

# PHYSIKALISCHE *Verhandlungen*

## AUTORENREFERATE UND TAGUNGSBERICHTE

VERBAND DEUTSCHER PHYSIKALISCHER GESELLSCHAFTEN

ÖSTERREICHISCHE PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT

ASTRONOMISCHE GESELLSCHAFT

DEUTSCHE METEOROLOGISCHE GESELLSCHAFT

DEUTSCHE GEOPHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE OPTIK

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRONENMIKROSKOPIE

GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK

SEKTION FÜR KRISTALLKUNDE DER DT. MINERALOG. GES.

1955

6. JAHRGANG

2



6. Tagung der Dt. Ges. f. Elektronenmikroskopie  
in Münster

PHYSIK

PHYSIK VERLAG

MOSBACH · BADEN

# Das Programm der PHYSIKALISCHEN VERHANDLUNGEN

Aktuelle Informationen über das gesamte Gebiet der Physik und die naheliegenden Randgebiete durch Autorreferate.

In diesem Jahr wird die Redaktion auch die auf den Sitzungen der Fachausschüsse gehaltenen Vorträge in die Berichterstattung einbeziehen. Es steht aber noch nicht fest, ob diese bisher gesondert paginierte Beilagen (FA 1 — FA 10)

## PHYSIKALISCHE *Fachausschüsse*

beibehalten werden kann, denn vorerst erfolgt die Lieferung ohne Kosten-  
erhöhung. Folgende Fachausschußberichte sind für 1955 vorgesehen:

Rheologie  
Vakuum  
Akustik  
Halbleiter  
Hochvakuum  
Tiefemperaturen

Die dadurch bedingte Umfangserweiterung wird 20% (etwa 50 Seiten) betragen. Über die Fragen der Weiterführung im nächsten Jahr sollen die Leser entscheiden. Der Verlag bittet daher um Beantwortung der auf beiliegender Karte gestellten Fragen, wobei wir besonderen Wert auf die Frage 1 legen:

„Sind Sie grundsätzlich an der Berichterstattung über  
die Physikalischen Fachausschüsse interessiert?“



## Sechste Tagung für Elektronenmikroskopie

### Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie

Im neuerstandenen Schloß zu Münster, dem für Tagungen ideal geeigneten Hauptgebäude der größtenteils wieder aufgebauten Westfälischen Friedrich-Wilhelms-Universität, fand auf deren Einladung vom 28. bis 31. März 1955 die 6. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie statt.

In der festlichen Aula, die für die Gesamtsitzungen zur Verfügung stand, wurden die Teilnehmer nach der Eröffnung der Tagung durch den Vorsitzenden der Gesellschaft, Herrn Dr. *Hans Mahl* (Oberkochen), vom Universitätskurator, Herrn *Flesch*, vom Rektor, Herrn Prof. Dr. *Volk*, und vom Bürgermeister der Stadt, Herrn *Hufnagel*, mit sachdienlichen und nachdenklichen Ansprachen herzlich begrüßt. Unter den 336 Tagungsteilnehmern befanden sich 34 Ausländer. Bemerkenswert und erfreulich war, daß die an der Elektronenmikroskopie interessierte Industrie zahlreiche Kollegen entsandt hatte.

In vier Gesamtsitzungen und zweimal zwei Parallelsitzungen wurden 87 Vorträge dargeboten, davon 20% aus dem Ausland. Erfreulicherweise beteiligte sich auch eine nennenswerte Anzahl von Kollegen aus der Ostzone mit einer Reihe von interessanten Beiträgen. Im Anschluß an den Einführungsvortrag des Vorsitzenden über das Abdruckverfahren hielt Dr. *J. Nutting* (Cambridge) einen sehr anregenden Übersichtsvortrag über die industrielle und chemische Anwendung der Elektronenmikroskopie. Bei den folgenden Einzelbeiträgen war der Bogen der Themen weit gespannt und machte abermals deutlich, daß die physikalisch-technische Seite der Elektronenmikroskopie sich in einer schwunghaften Aufwärtsentwicklung befindet, welche noch viel erhoffen läßt, und daß die Anwendung der Elektronenmikroskopie infolge der Fortschritte ihrer Präparationsmethoden, —

welche in einer stattlichen Zahl von Vorträgen behandelt wurde — immer mehr an Boden gewinnt. Elektronenlinsen und Strahlerzeuger, bei denen z. T. neue Wege beschritten wurden, die unmittelbare Abbildung von Oberflächen, Feinstrahlbeugung, Elektroneninterferometrie und Phasenkontrast bildeten Schwerpunkte bei der Physik und Technik der Elektronenmikroskopie. — In Anwendung und Präparationstechnik nahm die Dünnschnittstechnik einen breiten Raum ein. Auf diesem Gebiet ist vom Ausland eine Forschungsrichtung entwickelt, welche schon heute der Mikromorphologie viele Aspekte großer Fruchtbarkeit erschlossen hat; ihre zukünftige Bedeutung kann nicht hoch genug angeschlagen werden. Man wird in Deutschland große Anstrengungen machen müssen, um hier wieder Anschluss zu gewinnen. — Weiterhin beanspruchten die Abdrucktechniken Interesse.

Die in Münster besonders lebhaften Diskussionen zwischen Physikern, Ingenieuren, Chemikern, Biologen und Ärzten lassen immer wieder den Wunsch wach werden, auf der Elektronenmikroskopikertagung Parallelsitzungen zu vermeiden. Gerade der Austausch und die Kritik, die durch die verschiedenartige Betrachtungsweise ermöglicht werden, machen den Wert eines Kongresses aus, der Fachleute verschiedenster Richtung vereinigt. Als Beispiel eines so zu behandelnden Themas mag die elektronenoptische und biologische Deutung höchst aufgelöster Elektronenbilder dünnschnittlicher Ultramikrotomschnitte genannt werden.

Die vorbildliche Organisation der Tagung lag in den Händen des physikalischen Institutes der Universität (Prof. Dr. E. Kappler), sowie des neu gegründeten Institutes für medizinische Elektronenmikroskopie (Prof. Dr. G. Pfefferkorn). Besondere Erwähnung verdient die Ausstellung von elektronenmikroskopischen Bildern und Geräten in den schönen Hallen und Gängen des Schlosses. Fünf Ultramikrotome waren ausgestellt und wurden z. T. im Betrieb vorgeführt; ferner wurde eine umfassende Leistungsschau der Lichtmikroskopie als Ergänzung der Elektronenmikroskopie dargestellt. Dank der freundlichen Betreuung durch die Gastgeber und der landschaftlich reizvollen Gegend sowie der geschichtlichen Stadt Münster konnte auch die gesellschaftliche Seite mit ihren gemeinsamen Veranstaltungen im Kreise der Kollegen und ihrer Damen als voller Erfolg gebucht werden.

Die Mitgliederversammlung beschloß eine Satzungsänderung über die Zusammensetzung und Amtsdauer des Vorstandes. Gewählt wurden für die nächsten zwei Jahre zum Vorsitzenden Dr. H. Kehler (Höchst), zum stellvertretenden Vorsitzenden Dr. H. Mahl (Oberkochen), zum Schatzmeister Frau E. Beckers (Düsseldorf), zu Beisitzern Dr. D. Peters (Hamburg), Prof. Dr. G. Pfefferkorn (Münster), Dr. C. Wolpers (Tübingen). Prof. Dr. B. v. Borries (Düsseldorf und Aachen) wurde für die nächsten vier Jahre zum geschäftsführenden Vorsitzenden gewählt. — Als Tagungsort der 1955 stattfindenden nächsten nationalen Tagung wurde Darmstadt beschlossene. 1956 soll eine regionale europäische Tagung stattfinden, über deren Tagungsort noch verhandelt wird.

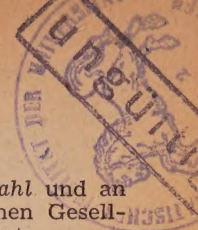
B. v. Borries, Düsseldorf



MONTAG, DER 28. MÄRZ 1955

Eröffnungssitzung

Vorsitz: H. Mahl (Oberkochen)



Im Anschluß an die Eröffnung der Tagung durch Dr. H. Mahl und an die Begrüßungsansprachen, hielt der 1. Vorsitzende der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie den folgenden Einführungsvortrag:

H. MAHL (Carl Zeiss, Abt. f. Elektronenoptik, Oberkochen): *Das Abdruckverfahren und seine Probleme.*

Die wichtigsten Abdruck-Verfahren (Einfach-, Doppel-, Hüll- und Pseudo-Abdruck) — wichtigste Abdruckfilm- und Materialarten-Kontrastbildung bei den verschiedenen Filmarten — Bilddeutung — Grenzen des Abdruckverfahrens — Artefacte und Bildauflösung verschiedenartiger Abdruckarten.

Nach kurzer Pause wurde die Sitzung mit einem Übersichtsvortrag und einigen Einzelvorträgen fortgesetzt.

J. NUTTING (Cambridge, England): *Industrial and Chemical Applications of the Electron Microscopy.* (Übersichtsvortrag)

A. C. VAN DORSTEN und H. F. PREMSELA (Philips Research Laboratories, Eindhoven): *Über die Verwendbarkeit eines photographischen Umkehrverfahrens in der Elektronenmikroskopie.* (Vorgetr. von A. C. van Dorsten.)

Die Möglichkeiten der Umkehrentwicklung in der Elektronenmikroskopie wurden aus praktischen Gründen untersucht. Es sind folgende Eigenschaften als mögliche Vorteile dieser Methode anzusehen: (a) Steigerung der scheinbaren Empfindlichkeit der Emulsion, also Verkürzung der Belichtungszeit; (b) größere und von der Konstruktion unabhängig beeinflussbare Gradation; (c) Elimination eines Arbeitsgangs (Herstellung des Zwischenpositivs) bei Aufnahmen mit Schrägbedampfung.

Das Verhalten einer Reihe verschiedener Emulsionen wird kurz beschrieben, und es werden einige Folgerungen betreffs der Brauchbarkeit gezogen. Es wird auf den grundsätzlichen Zusammenhang zwischen erreichbarer Auflösung, elektronenoptischer Vergrößerung und Empfindlichkeit der Emulsion, bzw. Signal-Rauschverhältnis und Bildpunktarbeit nach von Borries hingewiesen.

E. BRÜCHE und H. POPPA (Phys. Lab., Mosbach): *Die „Tellersprünge“ bei Glas.* (Vorgetr. von E. Brüche.)

Während die Elektronenoptik mit Potentialflächen als brechenden Flächen arbeitet, die nicht gleichzeitig Krümmung und Brechungsindex zu wählen erlauben, benutzt die Lichtoptik Glasflächen, bei denen diese potentialtheoretische Beschränkung fortfällt. In der Optik sind die brechenden Flächen Realitäten, deren Mikrostruktur für den Erfolg des optischen Vorgehens von entscheidender Bedeutung ist.

Die Glasfläche wurde mit dem Elektronenmikroskop im Hinblick auf den Polivorgang, die Beilby-Schicht, die Mikroplastizität und die Sprungerscheinungen bei zu starker Beanspruchung untersucht. Dabei konnte u. a. eine spezielle Sprungerscheinung beobachtet werden, die als Einwirkung

drückender Körner bei dem vorhergehenden Schleifprozeß gedeutet wurde. Das Korn wird bei starker Kraftwirkung einen ringförmigen Riß auf der Oberfläche des Glases erzeugen, der in die Tiefe des Glases geht. Von diesem zylinderförmigen Sprung gehen bei späterer Beanspruchung flache Muschelsprünge nach außen aus, und es kann der vom Sprung umfaßte Mittelbezirk herausbrechen. So entsteht ein tellerförmiges Gebilde, dessen tiefe Sohle oft auch noch im letzten Stadium des Polierprozesses deutlich zu erkennen ist.

K. ZAPF (Inst. f. Mikrobiologie u. exp. Therapie, Jena): *Elektronenmikroskopische Präpariertechnik in der Mikrobiologie, I. Teil* (Film-Vorführung).

Der Film zeigt die wichtigsten Verfahren der elektronenmikroskopischen Präpariertechnik in der Mikrobiologie, die in mehrjähriger Arbeit erprobt und mit eigens erstellten Zusatzapparaturen und -geräten durchgeführt wurden. Von 5000 karteimäßig erfaßten elektronenoptischen Aufnahmen, die mit 3 Elektronenmikroskopen (Siemens-Übermikroskop und 2 Geräte unseres Institutes vom VEB C. Zeiss, Jena, und vom VEB HF-Werk, Berlin) hergestellt wurden, ist eine Auswahl aus dem Gebiet der experimentellen Bakteriologie und von Bakteriophagen als Ergebnis der Präparationsverfahren eingeblendet. Der Film demonstriert einleitend die Untersuchungsmethoden der Mikrobiologie (Phasenkontrast, Mikrokinematografie und Elektronenmikroskopie). Es folgen die technischen Vorarbeiten zur elektronenmikroskopischen Präparation (Herstellung von Objektblenden, Objektnetzen und Kollodiumfilmen). Der Hauptabschnitt über Methoden der elektronenmikroskopischen Präparation zeigt die Arbeitsvorgänge des Tropfen-, Niederschlags-, Filmbewuchs-, Abklatsch-, Abzieh-, Dünnschnitt- und Metallbeschattungsverfahrens. Gezeigt werden ein Ganzglas-Sprüngerät sowie Spezialobjekträger für licht- und elektronenoptische Vergleichsuntersuchungen. Das Filmbewuchsverfahren ist in vorteilhaften Modifikationen dargestellt. Das Abklatschen lichtmikroskopisch bestimmter Objekte mit Hilfe einer speziellen Abklatschvorrichtung wurde mit der Mikrokinematik-Einrichtung gefilmt. Die Verwendung von Glasbruchmessern für das Dünnschnittverfahren wird demonstriert.

Der Film wurde in der Abteilung für angewandte Mikroskopie, Mikrokinematografie und Elektronenmikroskopie unseres Institutes mit eigenen Hilfsmitteln hergestellt. (Vorfuhrdauer: 35 Min.)

B. v. BORRIES (Rhein.-Westf. Inst. f. Übermikroskopie, Düsseldorf): *Die Lage der Elektronenmikroskopie in den Vereinigten Staaten von Amerika*

Nach Erfahrungen, die auf einer im Okt./Nov. 1954 durchgeführten Studienreise durch die Vereinigten Staaten von Nordamerika gewonnen wurden, wird darüber berichtet, welche Entwicklungslinien sich in der amerikanischen Elektronenmikroskopie beobachten lassen. Die Aufmerksamkeit, die man drüben jetzt elektronenoptischen Problemen zuwendet, scheint gegenüber früher im Ansteigen begriffen. Der Anwendung des Elektronenmikroskops zu morphologischen Untersuchungen wird sowohl in der Industrie als auch auf dem biologisch-medizinischen Sektor ein großes Interesse gewidmet, das zu breit ausgedehnten und tief schürfenden Arbeiten führt. An dem Gedankenaustausch, der auf den Jahrestagungen der Electron Microscope Society of America und bei Zusammenkünften örtlicher Gesellschaften stattfindet, nahmen die Elektronenmikroskopiker aus der Industrie rege teil. Im Bereich der akademischen Forschung ist die Zahl



der Professoren und Research Workers, die sich ganz der Elektronenmikroskopie widmen können, absolut und relativ wesentlich größer als in Deutschland. Ihnen stehen ausreichend viele Instrumente und als Helfer Nachwuchskräfte, für deren Ausbildung und Unterhalt gut gesorgt wird, zur Verfügung. Die Ergebnisse der so durchgeführten Arbeiten sind höchst eindrucksvoll; sie begründen eine neue sublichtmikroskopische Morphologie der belebten Materie. Wenn Deutschland an dieser Entwicklung einen nennenswerten Anteil haben will, bedarf die angewandte Elektronenmikroskopie baldiger und energischer Förderung.

### *Gemeinsame Sitzung: Präparationstechnik*

Vorsitz: K. Mühlethaler (Zürich)

W. WALKENHORST (Silikose-Forschungs-Inst. d. Bergbau-Berufsgenossenschaft, Bochum): *Elektronenmikroskopische Präparationsverfahren bei der Bearbeitung von Problemen der Aerosolforschung.*

In einem Gas, im allgemeinen in Luft, suspendierte Schwebeteilchen sind nach verschiedenen Verfahren einer elektronenmikroskopischen Präparation zugänglich. Im einzelnen werden die quantitative Auffangung der Teilchen auf Membranfiltern und die Abscheidung im elektrischen sowie im thermischen Feld behandelt. Alle Verfahren arbeiten bis zu Teilchengrößen von  $0,05 \mu$  praktisch quantitativ. Bei der Sammlung von Proben auf Membranfiltern ist eine Übertragung auf elektronenmikroskopische Objektträger möglich; die in der Literatur angegebenen Verfahren werden besprochen. Für die elektrische und thermische Abscheidung werden Auffanggeräte beschrieben, die eine unmittelbare elektronenmikroskopische Untersuchung der aufgefangenen Teilchen zulassen. Speziell für die thermische Abcheidung wird eine Kontrolle der Wirksamkeit durch vergleichende Messungen mit dem Spaltultramikroskop erwähnt. Zum Schluß werden Beispiele für feinerstäubte Aerosole angeführt mit Angabe von Teilchenzahl/cm<sup>3</sup> und zugehörigen Kornverteilungskurven.

G. PFEFFERKORN und I. WESTERBOER (Lehrst. f. med. Elektronenmikroskopie, Münster): *Zur Methodik von Aerosoluntersuchungen.* (Vorgetragen von G. Pfefferkorn.)

Zur elektronenmikroskopischen Untersuchung von Aerosolen kann man diese nach verschiedenen Methoden auf Folien niederschlagen oder durch Adsorption freitragend an Rändern von Löchern oder Netzmaschen haften lassen. Als Träger für letzteres Verfahren sind Oxydnadeln besonders geeignet, da diese die Anlagerungsmöglichkeit stark vermehren. In ruhenden Aerosolen lagern sich die Teilchen durch Diffusion gleichmäßig an den Nadeln an, während in strömenden Gasen die Nadeln eines Präparatfeldes ungleichmäßig belegt werden. An dünnen Nadeln haften mehr Teilchen als an dicken. Dieses Verfahren gestattet sehr einfach systematische Reihenuntersuchungen von Aerosolen auch in heißen, strömenden Gasen, da die Nadeln ziemlich temperaturbeständig sind. Dafür werden einige Beispiele angeführt. Bei der Entstehung von Wolframoxyd an Luft zeigen sich in der heißen mittleren Zone über einem glühenden Wolframdraht hauptsächlich Kristalle, in der kühleren Randzone dagegen überwiegend Kugeln. Dazwischen liegen große Kristalle neben kleinen Kugeln. Größere Massen hatten infolge der höheren Wärmekapazität die Möglichkeit, wohlausgebildete Kristalle zu bilden, während bei rascher Abkühlung Kugeln entstehen.



Quarzstaub läßt sich durch feinstteilige feste Aerosole, wie z. B. Ruß, zu ausgedehnten Aggregaten zusammenballen. Reines ZnO-Aerosol bildet ebenfalls mit der Zeit immer größer werdende, schwebende Flocken.

W. DEGENHARD (Carl Zeiss, Oberkochen) und G. MÖLLENSTEDT (Carl Zeiss, Oberkochen und Univ. Tübingen): *Über eine Klein-Aufdampfapparatur.* (Vorgetr. von W. Degenhard.)

Es wird über eine Klein-Aufdampfapparatur berichtet, die es erlaubt Aufdampfungen bei höheren Drucken als üblich durchzuführen. Die Entfernung Dampfquelle-Objekt wird auf 4 bis 5 mm verringert und die Ausdehnung der Dampfquelle durch Schlitzblenden verkleinert. Als Dampfquelle dient ein Draht aus Eisen bzw. aus Wolfram. Es sind Aufdampfungen bei den in Elektronenmikroskopen üblichen Drucken von  $10^{-3}$  bis  $10^{-1}$  Torr möglich, zur Darstellung zarter Strukturen sogar bei Drucken bis  $10^{-1}$  Torr.

M. KNOCH und H. KÖNIG (Phys. Inst. d. TH Darmstadt): *Strukturlose Platinabdrucke biologischer Objekte.* (Vorgetr. von M. Knoch.)

Um von biologischen Objekten, wie z. B. Algen, übermikroskopisch hoch aufgelöste Bilder zu erhalten, macht man von den Präparaten einen durch strahlbaren Abdruck. Von der Abdrucksubstanz werden hohe Kontrast und geringe Struktur gefordert, sie muß außerdem sehr robusten chemischen Angriffen (wie z. B. Kochen in halb konzentrierter Schwefelsäure zum Abbau der organischen Substanzen) standhalten. Während Kohle ihre geringen Kontraste wegen nicht benutzt wurde, scheiden übliche Abdruckfilme wie z. B. SiO oder Platinosyd wegen ihrer geringen chemischen Resistenz gegen heiße Schwefelsäure aus. Dagegen haben sich dünne, durch Kohlenwasserstoffreste am Kristallisieren behinderte Platinschichten sehr gut bewährt. Sie wurden durch Kathodenzerstäubung hergestellt, wobei Druck und Leistung so klein gehalten wurden, daß die Restgase aus dem Rezipienten (Kohlenwasserstoffe) mit in die sich bildende Platinschicht eingebaut wurden. Die Schichten zeigen im Elektronenmikroskop keinerlei Eigenstruktur (wofür auch ihr verwaschenes Beugungsbild spricht) und sind gegen starke Elektronenbestrahlung sehr widerstandsfähig.

H. KÖNIG und H. J. LÖFFLER (Phys. Inst. d. TH Darmstadt): *Zur Nachweis von Wassertröpfchen in elektronenmikroskopischen Präparaten.* (Vorgetr. von H. König.)

Bei der Präparation von Aerosolen ist es erwünscht, zu unterscheiden ob Teilchen in fester oder flüssiger Form absedimentieren. Beispielsweise kann zerstäubte Kochsalzlösung je nach Temperatur und Feuchtigkeit in Kernfällern in kleinen Tröpfchen oder in festen Kristallen abgeschieden werden. Da sich normalerweise im elektronenmikroskopischen Bild nicht entscheiden läßt, ob ein NaCl-Kriställchen bereits fest auf den Träger gekommen ist oder erst dort aus der Lösung auskristallisierte, wurde der Objektträger entweder vorher durch geeignete Präparation für den Wassertröpfchen empfindlich gemacht oder der Tropfen nach dem Eintrocknen in Cadmium- oder Zinkdampf „entwickelt“.

F. SCHLEICH und W. SCHREIL (Carl Zeiss, Abt. f. Elektronenoptik, Oberkochen und Univ. Heidelberg): *Anwendung des Abdruckverfahrens an Mikroorganismen.* (Vorgetr. von F. Schleich.)

Morphologische Studien an Mikroorganismen sollten mit Hilfe des Abdruckverfahrens durchgeführt werden. Um ein Bild von der lebenden



Kultur zu erhalten, wurde mit dem Polymerisations-Abdruckverfahren ein Abdruck direkt von den Bakterien, die auf ihrem natürlichen Nährmedium verblieben sind, angefertigt. Bei der Suche nach einem Material mit besonders kurzer Härtingszeit stießen wir auf „Palavit“, ein in der Zahnmedizin gebräuchliches Abdruckmittel. Dieses Material härtet in 5 bis 8 Minuten und gibt eine brauchbare Matrize, die nach dem üblichen Verfahren bei Doppelabdrücken weiterverarbeitet wird. Die Aufnahmen vermitteln ein plastisches Bild der Keime und zeigen auch z. B. Geißeln, die an der Oberfläche der Organismen liegen. Da die Palavit-Matrize zeitbeständig ist, war es möglich, auch die makroskopischen Formen der Kulturen gewissermaßen dokumentarisch festzuhalten. Betrachtet man im Lichtmikroskop im Auflicht den Palavit-Abdruck, kann man interessierende Stellen aussuchen, und durch das Einritzen eines kleinen Kreises mit dem Markierdiamanten die gleiche Stelle im Elektronenmikroskop untersuchen.

H. KEHLER (Aus der T. A. Chemische Verfahrenstechnik der Farbwerke Hoechst A.G., Frankfurt/Main): *Über ein Abdruckverfahren für wachsartige Stoffe mit Polyvinylalkohol.*

Das von Powell, Le Bras, Bobalek und v. Fischer [J. APPL. PHYS. 25, 757, 1954] angegebene Verfahren, mit Polyvinylalkohol (PVA) Abdrücke von Anstrichen zu machen, wurde von uns für Oberflächenuntersuchungen von wachsartigen Stoffen weiterentwickelt.

PVA ist ein gut wasserlöslicher Stoff, der wie Gelatine auf trocknet und bei Zimmertemperatur in den meisten organischen Lösungsmitteln unlöslich ist. Benutzt wurde das Produkt Mowiol N 50—88 der Farbwerke Hoechst A.-G.

Die Wachsoberflächen wurden mit einer 3 mm starken Mowiol-Schicht übergossen und bei 40° C 15 Stunden getrocknet. Die Wachsreste auf dem Abdruck lassen sich leicht entfernen, wenn man den Film in einem Lösungsmittel für Wachs kurz mit Ultraschall behandelt (1 MHz, 3 Watt/cm<sup>2</sup>). Der PVA-Film wurde nach dem üblichen Verfahren [G. Hass und H. Kehler, OPTIK 3, 120, 1948] mit SiO bedampft. Das Lösen des PVA-Filmes vom SiO wurde im Wasserdampf in der von E. Kellenberger und P. Dinnichert [EXPERTENTIA (Basel) 4, 407, 1948] beschriebenen Anordnung vorgenommen (etwa 5 Stunden). Da die SiO-Filme dabei leicht von den Objektträgerblenden abschwimmen, wurden sie mit einem Tropfen Zaponlack aufgeklebt. Dieser läßt sich dann in dem Gerät nach Kellenberger mit Aceton herauslösen.

Das beschriebene Verfahren arbeitet zuverlässig und läßt sich auch für andere Abdrücke verwenden.

L. SEIFERT und A. ECKARDT (Forschungsstelle für Übermikroskopie, Jena): *Eine einfache Methode zur Präparation lichtmikroskopisch ausgewählter Objektstellen für übermikroskopische Untersuchungen.* (Vorgetr. von L. Seifert.)

Es wurde ein Verfahren zur Zielpräparation beschrieben, welches mit relativ geringem apparativen Aufwand eine gute Präparation von Objekten gestattet, von welchen entweder ein Lackabdruck genommen werden kann, oder die auf eine Trägerfolie aufgebracht bzw. darin eingebettet werden können. Die Trägerfolie wird nach lichtmikroskopischer Auswahl der Objektstelle mit einem gelochten Papierstreifen so abgezogen, daß das ausgewählte Objekt auf dem Teil der Folie liegt, die das Loch frei überspannt. Mit Hilfe einer auf dem Kondensor des Lichtmikroskops aufgesetzten Hal-



terung wird die Objektstelle unter lichtmikroskopischer Kontrolle auf den elektronenmikroskopischen Objektträger übertragen. Besondere Vorteile bietet das Verfahren bei bakteriologischen Untersuchungen, die nach dem Filmbewuchs- oder einem ähnlichen Verfahren (Hillier, Knaysi, Baker, Kellenberger) durchgeführt werden, da der Trägerfilm bei unserer Methode völlig trocken vom Nährboden abgezogen wird, sodaß die topographische Lagerung der Objekte völlig erhalten bleibt und Artefakte, die bei den bisher üblichen Abschwemmen der Folie vom Agar durch das destillierte Wasser entstehen (Kellenberger u. a.) vermieden werden.

**B. VON BORRIES und J. HUPPERTZ** (Rhein.-Westf. Inst. f. Übermikroskopie, Düsseldorf): *Über ein Ultramikrotom*. (Vorgetr. von B. v. Borries).

Nach einer historischen Übersicht über die Entwicklung der elektronenmikroskopischen Ultramikrotomie wird ein Ultramikrotom beschrieben mit dem seit längerer Zeit eine Reihe von Anwendungsarbeiten durchgeführt wurden. —

Das Objekt wird auf einer Kreisbahn geführt und ist an einem Ende eines thermisch expandierten Stabes angebracht, dessen anderes Ende mittels eines Federgelenkes am Gehäuse befestigt ist. Auf diese Weise befindet sich in der mechanischen Kette zwischen Objekt und Messer weder ein Ölfilm noch ein Lager. Das Federgelenk ist widerstandsfähig gegen Torsion ausgebildet. Das Messer kann in vier Freiheitsgrade verstellt werden. Klingen aus Stahl und Glas werden verwendet; Hand- oder Motorantrieb kann wahlweise benutzt werden.

**A. GAUTIER** (Inst. de Recherches sur le Cancer, Villejuif, Frankreich): *Prototyp eines neuen Ultramikrotoms („Stiassnie“)*.

Gemeinsam mit Cottier, Bernhard, Rouiller und Halpern haben wir seit einem Jahr versucht, ein einfaches, robustes Ultramikrotom herzustellen, welches sowohl in Hinsicht der Qualität wie der Quantität der erhaltenen Schnitte den letzten Forschungen der Feinschnitttechnik entspricht. Unser Instrument ist folgenderweise konstruiert:

Eine Stahlstange bewegt sich um ein fixes Kardangelenck und dehnt sich thermisch aus nach Anzünden einer röhrenförmigen Glühlampe, welche dicht daneben befindet. Die Ausdehnung wird reguliert durch die Intensität des Lampenstromes. Diese Stange trägt an ihrem anderen Ende den Objektträger und dicht dahinter ein zweites, frei bewegliches Kardangelenck, welches an einer kurzen Querstange befestigt ist, die in einer exzentrischen Schiene des Triebrades läuft. Die Form dieser Schiene bestimmt auf diese Weise die Bewegung des Objektes vor dem Glasmesser: die Abwärtsbewegung des Objektes ist geradlinig, was uns sehr wichtig erscheint, die Aufwärtsbewegung beschreibt eine leicht gekrümmte Kurve (neben dem Messer).

Der Messerträger ist auf eine Platte montiert und kann 5 verschiedene Bewegungen ausführen. Das Mikrotom wird entweder mit der Hand oder durch einen kleinen, separat montierten Motor angetrieben. Beide Systeme haben ihre Vor- und Nachteile. Im allgemeinen beginnt man leichter mit Handantrieb, hingegen ermöglicht das automatische Schneiden eine größere Regelmäßigkeit bei Serienschnitten. Dieser Prototyp hat uns gute Schnitte zwischen 150 bis 300 Å Dicke gegeben. Hingegen muß die endgültige Konstruktion eines kommerziell verfügbaren Instrumentes abgewartet werden, um ein endgültiges Urteil über seine Qualität zu geben. Die Firma STIASSNIE in Paris beschäftigt sich damit.



H. B. HAANSTRA (Philips Research Laboratories, Eindhoven): *Ein einfaches Mikrotom zur Herstellung sehr dünner Schnitte.*

Das im Philips-Forschungslaboratorium entwickelte Ultramikrotom ist wie folgt konstruiert:

Auf einer starken Bodenplatte steht ein Eisenklotz, der in horizontaler Anordnung einen Nickelstab trägt. Der Stab ist umgeben von einer Spule, die bei Stromdurchgang den Stab heizt (Vorschub), und ein Magnetfeld erzeugt. Mit der Magnetostriktion des Nickels wird freier Durchgang für das Präparat erreicht, wenn es unmittelbar vor dem Schneiden in die Ausgangslage gebracht wird. Die große Masse des Nickelstabes erlaubt auch bei pulsierendem Stromdurchgang gleichmäßige Ausdehnung.

Der Nickelstab trägt eine Blattfeder, an der die Präparatstange angebracht ist, die auf diese Weise beweglich ist, ohne daß Ölfilme die Schnittstärke beeinflussen können.

An der Präparatseite trägt die Stange einen Permanentmagneten, der in einer Spule steckt. Bei Stromdurchgang wird der Magnet ausgestoßen und hebt das Präparat. Bei Ausschalten des Stromes fällt das Präparat hinunter und erlaubt dem Messer einen Schnitt. Während des Schneidens arbeiten nur Schwerkraft und Federspannung; eine Öldämpfung bestimmt die Schnittgeschwindigkeit.

Der Schneidevorgang ist also: (1) Erregung der Magnetostruktions- und Erwärmungsspule; (2) Heben des Präparates mittels Erregung der Bewegungsspule; (3) Ausfallen des Magnetostruktionsstromes; (4) Ausfallen des Stromes in der Bewegungsspule. Hier erfolgt ein Schnitt.

Mit dem hier sehr kurz beschriebenen Gerät gelang es innerhalb 20 Minuten 1000 Schnitte einer Dicke von  $80 \text{ \AA} \pm 10\%$  herzustellen.

H. SITTE (Phys. Inst. d. Univ. Innsbruck): *Ein einfaches Ultramikrotom für Serienschnitte bis 100 Å.*

Wege zum Umgehen von Präzisionsteilen (Rotoren, Gelenke, Schneiden) durch Federelemente wurden bereits mehrmals besprochen (z. B. Cocks-Schwartz und Huxley u. a.). Im Gegensatz zu anderen Geräten wird ein relativ starrer Rundstab verwendet (Messing, 10 mm  $\phi$ , 450 mm freie Länge), der in einen Kupferblock ( $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ ) eingelötet ist. Der Kupferblock (B) ist seinerseits mit dem Stativ über Indilatansröhren vollkommen starr verbunden. Das freie Stabende (Präparat!) kann ohne weiteres elastisch ausgebogen werden und erlaubt die zum Schneiden notwendigen Bewegungen. Durch eine Koppelkurvenführung kann es von Hand aus oder mit Elektroantrieb (1 Schnitt/sec) so bewegt werden, daß es über das Messer hinunter und seitlich vom Messer zurückgeführt wird. Der flexible Stab wird durch eine Heizwicklung, welche sich im (B) befindet, einseitig angeheizt und kann bei Durchleiten von Wasser durch eine Bohrung des (B) wieder kontrahiert werden (Vorschub regelbar von 100 bis 1500 Å/sec, Gesamtvorschub 0,3 mm, praktisch linear; Kontraktionszeit 10 min). Das Gerät entspricht höchsten Anforderungen, enthält keine Präzisionsteile und hat sich in über halbjähriger Erprobung bestens bewährt (Serienherstellung: Opt. Werke C. Reichert-AG, Wien). Arbeitstechnische Details (Vergleiche Phako-EM, Fixierungsfragen) werden diskutiert.

DIENSTAG, DER 29. MÄRZ 1955

Parallelsitzung A: Technik der elektronenoptischen Geräte

Vorsitz: E. Ruska (Berlin)

K. ITO (Electron Optics Laboratory, Mitaka, Japan): *A new Magnetic Electron Microscope.*

E. GUYENOT (VEB Carl Zeiss, Jena): *Zur Entwicklung neuer elektrostatischer Elektronenmikroskope.*

In Jena wurde zunächst unter Mitarbeit von A. Recknagel ein mittleres elektrostatisches Elmi entwickelt. Die Elektroden der 3 Einzellinsen sind in einer Büchse mit hoher Paßgenauigkeit zusammengefaßt. Durch einen Vakuumschalter können die Stufen 2000 : 1 und 6000 : 1 (20 000 : 1) gewählt werden. Das Objektiv wird in sich auf geringsten Astigmatismus korrigiert.

Ein moderneres Gerät wurde als ElmiD Ende 1954 bekanntgemacht. Wesentliche Elemente wurden von E. Hahn angegeben, insbesondere der statische Kondensor und das Linsensystem. Die Strahlzentrierung erfolgt elektrisch und wird, ähnlich wie der Stigmator, aus einer Brückenschaltung mit kleinen Mehrfachpotentiometern völlig symmetrisch ohne besondere Getriebe gespeist. Zur Strahlzentrierung wird den Linsen eine Wechsellspannung überlagert. Die Linsenbüchse enthält 4 normale und eine langbrennweitige elektrostatische Linsen, sowie Kontrastblenden, Stigmator und Bereichsblenden. Die Blenden besitzen einen Schnellauszug mit Rast. Drei Linsen können beliebig geschaltet werden. Von den 8 Möglichkeiten wird eine für Beugung ausgenutzt, die übrigen als feste Vergrößerungsstufen zwischen 2000 : 1 und 30 000 : 1. Der saubere Ablauf des Objektisches erlaubt den Verzicht auf eine elektrische Scharfstellung. Die Foto-schleuse ist für Platten und Film eingerichtet. Vakuumsystem und Hochspannungsgenerator sind mit konventionellen Bauelementen zusammengestellt. Besonderer Wert wurde auf bequeme und schnelle Bedienungsmöglichkeit gelegt. Das Gerät erreicht mindestens 3  $\mu$ m bei 50 kV.

C. SAKAKI (Lehrst. f. exp. u. angew. Physik d. Univ. Tübingen) und S. MARUSE (Elektrotechn. Inst. d. Univ. Nagoya, Japan): *Über zwei Spezialkathoden.* (Vorgetr. von G. Möllenstedt.)

Der übliche Wolframfaden wird an der Spitze flachgeschliffen, so daß nur dort Emissionstemperatur erreicht wird. Neben der geringen Apertur hat diese Kathode den Vorteil längerer Lebensdauer, da die übliche Belastung durch gegenseitige Wärmeabstrahlung der gegenüberstehenden Drähte weitgehend verringert wird.

Um den üblichen Wolfram-Draht wird ein 0,3 mm Pt-Draht so gewunden, daß das eine Ende nach vorn herausragt. Durch Anschleifen einer feinen Spitze und Aufbringen von BaO-SrO-Paste erhält man eine Kathode großer Helligkeit, geringer Apertur und kleiner Geschwindigkeits-Breite. Die Lebensdauer beträgt etwa 2 Tage.

Die Leistungsfähigkeit wird an Aufnahmen demonstriert.

Y. SAKAKI und S. Maruse (Elektrotechn. Inst. d. Univ. Nagoya, Japan), B. TADANO (N. Morito Hitachi Central Res. Labor., Hitachi, Japan): *Ein 300 kV Elektronenmikroskop mit van de Graaff Generator als Hochspannungsquelle.* (Vorgetr. von G. Möllenstedt.)

Aufbau und Optik des 300 kV Elektronenmikroskop wird beschrieben. Das dreistufige Linsensystem ist sowohl für den chromatischen Vergrößerungsfaktor



rungsfehler wie für den Verdrehungsfehler korrigiert. Eine Reihe von Abbildungen und Beugungsbilder als Funktion von der Spannung wird demonstriert.

**M. KELLER** (Lehrst. f. exp. u. angew. Physik d. Univ. Tübingen): *Beispiele für die Sichtbarmachung von Oberflächen mittels ionenausgelöster Elektronen.*

Es werden Bilder von Metall-Oberflächen gezeigt. Unterschiedliche Emission verschiedener Metalle und verschiedener Einkristallflächen. Einschlüsse und Korngrenzen. Plastische Bildwirkung durch schrägen Ionenbeschuß. Die bisher erreichte Auflösungsgrenze beträgt 500 Å.

**G. BARTZ, G. WEISSENBERG** und **D. WISKOTT** (Ernst Leitz GmbH, Glaslabor, Wetzlar): *Neue Untersuchungen am Auflichtelektronenmikroskop.* (Vorgetr. von D. Wiskott.)

In Ergänzung einer früheren Mitteilung (vergl. Proceedings of the London Conference on Electron Microscopy) werden Experimente angegeben, die die Richtigkeit der Anschauungen über die Bildentstehung beweisen. An geeigneten Testobjekten wird daneben gezeigt, daß die Methode der Elektronenspiegelung den Nachweis von unter 25 Å liegenden Höhendifferenzen gestattet. Schließlich wird auf eine Erweiterung des Verfahrens hingewiesen, die sich der bei kleinen Elektronen-Energien ( $< 10$  eV) ausgelösten Sekundärelektronen bedient, die eine Abbildung mit Hilfe einer Immersionsoptik gestatten.

**W. HUBIG** (Lehrst. f. exp. u. angew. Physik. d. Univ. Tübingen): *Aufbau und Optik eines Bildwandlers für Ionen und Elektronen.*

Der von **G. Möllenstedt** und **M. Keller** [PHYS. VERH. 4, 85, 1953] vorgeschlagene Bildwandler zur Erzielung höherer Bildhelligkeit wurde realisiert. Es wird ein Ionenbild in ein Elektronenbild und ferner ein Elektronenbild mittels Sekundärelektronen in ein zweites Elektronenbild gewandelt. Erste Bilder werden gezeigt.

Vorsitz: **G. Möllenstedt** (Tübingen)

**K. H. STEIGERWALD** (Carl Zeiss, Abt. f. Elektronenoptik, Oberkochen): *Die Verwendung des elektronenmikroskopischen Strahlenganges für oszillographische Untersuchungen.*

Die Entwicklung von Elektronenmikroskopen und Elektronenstrahl-Oszillographen ist in vielen Punkten auf gleichen Wegen verlaufen. Beide Geräte sind sich in ihrem äußeren Aufbau ähnlich.

Darüber hinaus läßt sich der elektronenmikroskopische Strahlengang durch Einschaltung von Ablenkelementen unterhalb des Objektivs für oszillographische Untersuchungen verwenden. Es wird gezeigt, daß im Elektronenmikroskop neben dem intensiven Elektronenstrahl auch die hohe Vergrößerung zur Erzielung hoher Spannungsauflösung brauchbar ist. Als Anwendungsbeispiele werden Oszillogramme mit Zeitauflösung bis  $3 \times 10^{-10}$  sec gezeigt und über ein Gerät mit einer Spannungsauflösung von  $10^{-4}$  Volt berichtet.

S. PANZER (Carl Zeiss, Abt. Elektronenoptik, Oberkochen): *Eine Hochspannungsanlage bis zu 150 kV mit HF-betriebenen Trockengleichrichtern für elektronenoptische Zwecke.*

Für eine Reihe von Problemen der Elektronenoptik werden Spannungen bis zu 150 kV benötigt, die bestimmten Forderungen an Gefahrenminderung, Konstanz und geringer Welligkeit bei gleichzeitiger Handlichkeit für den Laborbetrieb unterworfen sind. Eine günstige Lösung bietet das Prinzip der mit Hochfrequenz betriebenen Kaskade zur Gleichspannungsvervielfachung, bei welchem jedoch die notwendige Isolierung zur Heizung der auf Hochspannungspotential liegenden Hochspannungs-Gleichrichterröhren bei Spannungen über 80 kV Schwierigkeiten macht. Es wurden daher anstelle der Röhren Selentrockengleichrichter verwendet, deren Verhalten in einer hochfrequenzbetriebenen Vervielfacheranordnung näher untersucht wurde. Messungen über den Vervielfachungsfaktor, die Stufenspannung und ihre Abhängigkeit von der Frequenz wurden mitgeteilt, und der Aufbau, das Problem der Konstanthaltung sowie die besonderen Eigenschaften einer Hochspannungsanlage für 150 kV gezeigt.

W. D. RIECKE (Siemens & Halske, Berlin-Siemensstadt): *Eine Einrichtung für Elektronenbeugung in Reflexion an geheizten Präparaten.*

Als Beugungsgerät wird ein Siemens UM 100 mit einstufigem Objektpolyschuh benutzt, bei dem das Projektiv gegen einen Beugungseinsatz ausgetauscht ist, der den Präparathalter und eine langbrennweitige Linse enthält. Diese bildet das von der Objektivlinse erzeugte verkleinerte Bild des engsten Strahlquerschnitts auf dem Endbildschirm ab. Zwei übereinander angeordnete Blenden reduzieren den Streuuntergrund, indem die erste mit ihrer Bohrung den Durchmesser des Kernstrahls bestimmt, während die zweite etwas größer ist, so daß zwar der Kernstrahl frei passieren kann, die vom Rande der ersten Blende gestreuten Elektronen jedoch praktisch völlig abgefangen werden. Man kann ohne Unterbrechung des Vakuums wahlweise ein Reflexionspräparat oder ein Durchstrahlungspräparat in den Strahl bringen, wodurch man leicht eine Eichaufnahme anfertigen kann. Das Präparat wird durch einen mit 5000 V beschleunigten Elektronenstrahl aufgeheizt. Zur Erzeugung der Heizleistung (bis maximal 50 Watt) sind nur geringe Strahlstromstärken (bis 10 mA) erforderlich, deren Magnetfeld so gering ist, daß die abgebeugten Elektronen praktisch nicht beeinflusst werden. Es können Temperaturen bis 1500 °C erreicht werden. Zur Messung der Temperatur dient ein Thermoelement. Der Präparathalter gestattet Neigung, azimuthale Drehung und Ausrichtung des Präparats. Aufladungen der Oberfläche können durch einen Entlader beseitigt werden.

W. D. RIECKE (Siemens & Halske, Berlin-Siemensstadt): *Optik und Anwendung der Feinbereichsbeugung.*

Abbildung und Beugung erfolgen in dem bekannten dreistufigen Strahlengang; die Ausblendung des kleinen Bereichs mit der Selektorbende geschieht in der ersten Zwischenbildebene; der Wechsel zwischen Abbildung und Beugung wird durch Änderung der Erregung der Zwischenlinse bewirkt. Damit sowohl das Beugungsbild wie auch der ausgewählte Bereich mittig auf dem Leuchtschirm abgebildet werden, müssen die Linsenmitten von Objektiv, Zwischenlinse und Projektiv und die Mitte der Selektorbende genau auf einer Achse liegen. Zur Zentrierung der Anordnung wird erstens die Zwischenlinse oder das Projektiv und zweitens die Selektorbende ausgerichtet. Die bei Abbildung des Beugungsbildes schwach erregte Zwischenlinse ( $f \approx 50$  mm) darf für eine gute Beugungsauflösung eine astigmatische Brennweitendifferenz von höchstens 50  $\mu$  besitzen. Die Genauigkeit der Zuordnung von abgebildetem Bereich und Beugungsbild



wird hauptsächlich beschränkt durch drei Faktoren. Erstens bewirken erregungsabhängige Störfelder der Zwischenlinse beim Übergang von Abbildung zu Beugung eine Querverschiebung des Zwischenbildes über der Selektorblende, so daß Abbildung und Beugung von verschiedenen Bereichen erfolgen, wenn man den Störfeldeinfluß nicht durch ausreichende Schirmung genügend klein hält; zweitens ruft der Öffnungsfehler der Objektivlinse eine Unschärfe der Zuordnung am Rande des ausgewählten Bereichs hervor, und drittens hat eine falsche Lage der Zwischenlebene, die dann nicht mit der Selektorblendenebene zusammenfällt, ebenfalls eine Randunschärfe der Zuordnung zur Folge. Das defokussierte Beugungsbild gestattet die genaue Zuordnung einzelner Reflexe zu Teilbereichen innerhalb des durch die Selektorblende ausgewählten Gebietes und die Rekonstruktion eines Oberflächenreliefs.

E. GÜTTER (Carl Zeiss, Abt. f. Elektronenoptik, Oberkochen): *Auswertung und Korrekturmöglichkeit von Beugungsbildern im Boersch'schen Strahlengang.*

Bei der Aufnahme von Debye-Scherrer-Diagrammen im Boersch'schen Strahlengang tritt durch die vorhandenen Linsen eine für die Auswertung störende Verzeichnung auf. Sie wird einerseits durch den Öffnungsfehler des Objektivs, andererseits durch die Verzeichnung des Projektivsystems hervorgerufen. Eine einmalige Eichung des Gesamtsystems mit einem bekannten Präparat erlaubt trotzdem eine Gitterkonstanten-Bestimmung mit einem Fehler kleiner als 1%.

Weiterhin wird gezeigt, daß bis zu Gliedern einschließlich dritter Ordnung der Öffnungsfehlereinfluß durch entsprechend gewählte Verzeichnung des Projektivsystems kompensiert werden kann. Andererseits konnte durch Ausmessung einer einzigen Aufnahme eines geeigneten Testobjekts die Öffnungsfehler-Verzeichnung des Objektivs bestimmt werden.

E. KOBERSTEIN (Degussa, Phys.-Chem. Labor., Konstanz): *Ein Beitrag zur beugungsanalytischen Untersuchung im Übermikroskop.*

Es wird über ein vereinfachtes Verfahren zur Herstellung von Simultanbeugungsaufnahmen im Übermikroskop berichtet, das gestattet, das Bild der eigentlichen Probe ohne jegliche Störung bei allen verfügbaren Vergrößerungen aufzunehmen und in enger Kombination hiermit das Beugungsbild derselben zusammen mit einem Eichdiagramm zu erhalten. Dabei braucht beim Umschalten von der Simultanbeugung auf die Abbildung oder umgekehrt nicht mehr wie bisher der Mikroskoptubus geöffnet zu werden, so daß während eines Untersuchungsganges (z. B. bei steigender elektronischer Belastung u. s. w.) in schneller Folge Abbildung und Doppelbeugungsbild gewechselt werden können.

Dies wird durch eine getrennte Belegung der Objektfelder einer „Mehrlöcherträgerblende“ mit der Eich- und der Probesubstanz erreicht. Durch entsprechende Einstellung der Blende im Gerät kann man zwei sich in geeigneter Weise zum Teil überlappende Beugungsbilder der beiden Substanzen auf einer Platte aufnehmen. Die Möglichkeit der Herstellung derartiger Doppelbeugungsbilder wird als Folge der Divergenz des einfallenden Bündels sowie von Ausblendeffekten an der Zentrierblende gedeutet.

J. RHODIN (Anatom. Inst. Karolinska Inst., Stockholm, Schweden): *Über die submikroskopische Struktur der glomerularen Kapillarwand.*

Das Nierengewebe von weißen Mäusen ist nach Fixierung in gepuffertem Osmiumtetroxyd mit dem Ultramikrotom von *Sjöstrand* geschnitten worden. Zur Untersuchung der Schnitte wurde ein R. C. A.-Elektronenmikroskop benutzt.

Die Kapillarwand besteht aus drei Schichten, einer Epithelen, einer Endothelen und einer mittleren kontinuierlichen. Die beiden erstgenannten sind bei ihrem Ansatz an die mittlere Schicht durch Unterbrechungen besonders charakterisiert. Die mittlere Schicht besteht aus drei Komponenten, von denen die eine sehr osmiophil ist, während die anderen beiden an jeder Seite gelegenen weniger osmiophil sind.

J. RHODIN und T. DALHAMN (Karolinska Inst. Stockholm, Schweden): *Über die submikroskopische Struktur der trachealen Schleimhaut.* (Vorgetragen von J. Rhodin.)

Die tracheale Schleimhaut der weißen Ratte ist nach Fixierung in gepuffertem Osmiumtetroxyd mit dem Ultramikrotom von *Sjöstrand* geschnitten worden. Zur Untersuchung der Schnitte wurde ein R. C. A.-Elektronenmikroskop benutzt.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen zeigt, wie schon früher bekannt, daß sich die Schleimhaut aus Cilienzellen und schleimproduzierenden Becherzellen zusammensetzt, außerdem konnte eine Anzahl mit Borsten besetzten Zellen nachgewiesen werden. Die verschiedenen Zellarten sind leicht bei der elektronenmikroskopischen Analyse durch die verschiedene Struktur der apikalen cytoplasmatischen Projektionen, durch die ungleiche Dichte des Cytoplasmas sowie durch die Mitochondrien mit ihren für jede Zelle charakteristischen Aussehen und Dimensionen voneinander zu unterscheiden. Die Golgizone der Zellen konnte identifiziert und ebenfalls wie die Cilien mit ihrem Basalkörperchen sorgfältig analysiert werden.

E. LINDNER und R. POCHE (Pathol. Inst. d. Med. Akad. Düsseldorf): *Glanzstreifen des Herzmuskels bei Warm- und Kaltblütern und Struktur des Sarkolemma.* (Vorgetr. von R. Poche.)

Ausgehend von phasenkontrastmikroskopischen Beobachtungen wurden die Glanzstreifen des Hundeherzmuskels elektronenoptisch untersucht. Dabei ergab sich, daß die Kontinuität der Myofibrillen im Bereich der Glanzstreifen unterbrochen ist. Innerhalb der Glanzstreifen war eine feine, 150 bis 200 Å breite, unregelmäßig geschlängelte, kontrastarme helle Linie zu erkennen, die beiderseits von einer zarten, etwa 100 bis 120 Å breiten dunklen Linie begleitet wird. An diese dunklen Linien lagert sich eine feine körnige, dunkle, kontrastreiche Substanz an, in deren Bereich die Myofibrillen enden (intrazelluläre Kittsubstanz). Die Befunde sprechen dafür, daß die Glanzstreifen eine besondere Art von Zellgrenzen des Herzmuskels darstellen. Ähnliche, ebenfalls Zellgrenzen entsprechende Strukturen konnten auch am Herzmuskel des Frosches nachgewiesen werden. Phasenkontrastmikroskopische und elektronenoptische Untersuchungen am fragmentierten Herzmuskel des Hundes und der Ratte, bei denen sich das Sarkolemma als feines Häutchen darstellte, ließen deutlich kontrastreiche Streifen erkennen, deren Abstände den Abständen der Z-Streifen der Myofibrillen entsprechen. Außerdem sind dem Sarkolemma nicht selten Sarko-



somen sowie kleine, bläschenförmige Gebilde von etwa 700 bis 1200 Å Durchmesser aufgelagert. An Schnittpräparaten stellt sich das Sarkolemma als feine Doppelmembran dar, deren Innenseite mit ähnlichen Bläschen besetzt ist, wie sie auch in den Kapillarzellen vorkommen.

Der Herzmuskel zeigt also morphologisch einen zellulären Aufbau. Die Herzmuskelzellen sind an den Längsseiten durch das Sarkolemma begrenzt, das die Struktur eines durch feine Fibrillen verstärkten Plasmolemma aufweist. Die Quergrenzen sind in den Glanzstreifen gegeben, die — vor allem bei den großen Warmblütern — durch ihre besondere Struktur eine innige Verzahnung der einzelnen Herzmuskelzellen bewirken.

H. W. SCHLIPKÖTER (Inst. f. Hygiene und Mikrobiologie, Düsseldorf): *Staubkorngrößenbestimmung an Silikotikerlungen.*

Die Bedeutung der Korngröße bei Gewerbestauben und ihre Schädigungen werden hervorgehoben. Da über die Größenverhältnisse der Teilchen unter  $1\ \mu$  noch wenige Untersuchungen vorliegen, wurden elektronenoptische Staubbmessungen in Dünstschnitten von staubhaltigem Material durchgeführt. Hierzu wurden zwei Lungen von Bergleuten verwandt, die an einer Mischstaubsilikose verstorben waren. Von den Staubkörnern wurden die größte und die kleinste Achse einer um alle Teilchen gedachten flächengleichen Ellipse bestimmt, und die Werte getrennt in zwei Korngrößenverteilungskurven eingetragen. Sie zeigten ein Maximum bei  $0,23\ \mu$  für die Breite und  $0,28\ \mu$  für die Länge der gefundenen Staubpartikel.

H. GANSLER (Inst. de Rech. sur le Cancer, Villejuif, Frankreich): *Beitrag zum Problem der Trüben Schwellung.*

Wir haben die sog. Trübe Schwellung u. a. durch Eiweißinjektionen, (2 ccm pro 200 g Ratte) und durch Hungern und Wiederernähren erzeugt. Sowohl im Licht- als auch im Elektronenmikroskop kann man eine primäre und sekundäre Phase unterscheiden: Lichtmikroskopisch sind die Mitochondrien nicht mehr basal und stäbchenförmig, sondern erfüllen als blasse runde Gebilde die ganze Zelle. Elektronenmikroskopisch sieht man sehr stark gequollene Mit.; die Innenmembranen sind teilweise nur noch peripher erhalten. Die primäre Reaktion möchten wir als Helle Schwellung von der eigentlichen Trüben Schwellung abgrenzen: *Lichtmikroskop*: Zusätzlich das Auftreten der sog. hyalinen Tropfen. *E-Mikroskop*: Die primär stark gequollenen Mit. entquellen etwas, erreichen aber nicht ihre normale Größe. Teils sind die Innenmembranen durch eine granulär bis fibrilläre Masse ersetzt, teils scheinen die Mit. vollgestopft mit Doppelmembranen; am charakteristischsten ist das Ineinanderübergehen von Microbodies, Mitochondrien und Big granules, was einen mitochondrialen Zyklus erkennen läßt: Aus Microbodies können sich kleine Mitoch. entwickeln, die durch Substanzzunahme wachsen. Die Mitochondrien werden zu Big granules; diese scheinen teilweise reversible Mitochondrienveränderungen zu sein, teilweise Degenerationsformen.

K. HOEGEN (Orthop. Univ.-Klinik „Hüfferstiftung“, Münster): *Sublichtmikroskopische Beobachtungen am anorganischen Anteil des gesunden und kranken Knochens bei Mensch und Tier.*

Ergänzend zu den indirekten mikroskopischen, chemischen und röntgenographischen Untersuchungen wird der anorganische Anteil des Knochens, der vorwiegend aus Hydroxyl-Apatit-Kristallen besteht, direkt elektronenmikroskopisch untersucht. An anderer Stelle wurde schon über das Verhalten des Hydroxyl-Apatits im normalen und pathologisch ver-

änderten Knochengewebe berichtet (ACTA ANAT. 20, 105, 1954, MIKROSKOPIE 9, 179, 1954; Z. ORTHOPÄDIE, Verhandl.-Bd. 85, 1954 im Druck).

Bei tiefgreifenden Stoffwechselstörungen — wie bei der Rachitis und der Atrophie — erfahren neben den organischen Bestandteilen auch das anorganische Material, die Hydroxyl-Apatit-Kristalle, eine Veränderung in Größe und Form. Während die arthrotischen Knochenbildungen ebenfalls Kristalländerungen zeigen, findet man bei den Exostosen und bei Klumpfußbildungen keine bis an die Kristallform hinreichende Störung. Bei Knochenneubildungen wie bei freien Gelenkkörpern kommt es aufgrund der veränderten Wachstumsbedingungen zu vergrößerten Kristallen.

Die vergleichenden Untersuchungen bei Mensch und Tier (Hund, Kalb, Schwein, Huhn und Kaninchen) zeigen als vorläufiges Ergebnis beim Tier kleinere Hydroxyl-Apatit-Täfelchen, die jedoch in Form und Lagerung keine auffallenden Abweichungen gegenüber dem Befund im menschlichen Knochengewebe erkennen lassen.

#### K. MÜHLETHALER (Zürich): Die Entwicklung der Chloroplasten.

Anhand von Dünnschnitten wurde die Struktur der Proplastiden von *Aspidistra elatior* untersucht. Sie entwickeln sich aus ca.  $0,9 \mu$  großen, osmophilen Granula, die in Form und Größe den Mitochondrien ähnlich sind. Um diese Primärgranen herum bildet sich ein Stroma, das zahlreiche Stärkekörner und Lipoidtröpfchen enthält. (Amyloplastische Proplastiden). Aus den Primärgranen wachsen später Lamellen aus, die das ganze Stroma eng geschichtet durchziehen. Auf diese Entwicklungsphase folgt die Teilungsphase, aus der die funktionstüchtigen Jungchloroplasten hervorgehen.

#### P. SITTE (Elmi-Labor. d. Univ. Innsbruck): Beiträge zum Problem des Plastidenfeinbaues.

Untersuchungen an sommerlichen und reversibel durch Frost veränderten Chloroplasten der Fichte (Ultradünnschnitte) zeigten, daß diese längs ununterbrochen durchgehende Lipid- und Proteinlamellen besitzen (Abstand der osmiophilen Lipo-proteid-Schichten voneinander ca.  $150 \text{ \AA}$ ). Im Winter erfolgt Kollabieren und teilweise Resorption der osmiophilen Schichten. — Die Grana scheinen bei der Fichte morphologisch nicht manifestiert zu sein; dieser sehr überraschende Befund muß durch weitere Arbeiten erst gesichert werden.

Chloroplasten von *Allium* und *Chlorophytum* hingegen zeigen den bekannten Granabau (Steinmann) und ihre Geldrollenanordnung (Strugger). Daß nur etwa 10 Trägerlamellen vorhanden seien, bestätigt sich auch hier nicht; dieser lichtoptische Befund erklärt sich aus periodischen Quellungs- und Fällungserscheinungen, wie Frey-Wyssling bereits vermutete.

Orientierende Untersuchungen zur Plastidenentwicklung erbrachten eindeutig, daß im strukturlosen Stroma der Proplastiden der Erbsenwurzel ein primäres Granum vorhanden ist (Strugger); es ist körnig und undeutlich geschichtet. Untersuchungen an ergrünenden Sepalen von *Diplotaxis* zeigten die Ausbildung unregelmäßiger, lockerer Schichtensysteme, die den gesamten Proplastiden durchziehen. In Proplastiden wurden durchwegs Lipidkugeln ( $400$  bis  $600 \text{ \AA} \phi$ ) gefunden, die hier (teilweise aber auch in Chloroplasten) wohl nicht als Fixierungsartefakt gedeutet werden können.

#### P. SITTE (Elmi-Labor. d. Univ. Innsbruck): Feinbau von Kork.

Die seinerzeit bereits veröffentlichte Untersuchung (P. Sitte, Rapport Eur. Congr. T. E. M., Gent, 1954, S. 83), die für verkorkte Zellwände Porenkanäle und einen submikroskopischen Schichtenbau erbrachte, sowie der



Nachweis, daß in der Suberinlamelle auch nicht spurenweise Zellulose vorhanden ist, konnte nunmehr durch Untersuchungen an ultradünnen Schnitten ergänzt und bestätigend abgeschlossen werden. Vor allem mit Alkalien gequollener Kork zeigt die erwartete Schichtung. Das von *Frey-Wyssling* vorgelegte Modell kutinisierten Wandschichten darf nicht ohne weiteres auf Suberinlamellen übertragen werden. Erschöpfend mit Pyridin extrahierter Kork ist nicht doppelbrechend (*Mader*) und erweist sich im EM als unregelmäßig rau.

Suberin und Sporopollenin treten nur gesondert von Zellulose als Adkrusten auf. Es scheint, daß diese lipophilen Stoffe nicht zusammen und verquickt mit den hydrophilen Wandsubstanzen abgeschieden werden können. Das Gleiche ist für die Kutine zu erwarten und hat sich an verschiedenen Kutikeln bereits bestätigt. Die sog. kutinisierten Schichten würden danach eine Ausnahme darstellen und bedürfen weiterer Untersuchung, wozu die Arbeiten bereits aufgenommen wurden.

*J. KLIMA, O. STEINBÖCK und H. SITTE* (Zoolog. Inst. d. Univ. Innsbruck): *Feinbaustudien an Turbellarien (ultradünne Schnitte von Planaria alpina Dana)*. (Vorgetr. von *J. Klima*.)

Als geeignetes Fixierungsmittel erwies sich reines  $\text{OsO}_4$ , 2<sup>0</sup>/<sub>100</sub>ig, 1:1 mit dem Kulturwasser der Tiere gemischt. Puffergemische auf Veronalgrundlage erwiesen sich als weniger geeignet. Die Cilien der *Planaria alpina* weisen 9 + 2 Fibrillen auf, was mit Beobachtungen anderer Autoren an zahlreichen Objekten übereinstimmt. Die Elementarfibrillen der Muskelfasern weisen einen mittleren Abstand von 240 Å auf (gemessen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt); sie stimmen damit gut mit der quergestreiften Muskulatur von Wirbeltieren überein. Die Kernmembran weist eine Dicke von etwa 70 Å auf. Die Mitochondrien stellen dreiaxige Ellipsoide dar, deren längste Achse etwa 0,4 µ und deren mittlere Achse 0,25 µ beträgt. Die Mitochondrienmembran ist eine Doppellamelle (DL) von 70 bis 100 Å. In ihnen liegen längsorientierte Schläuche mit einem Durchmesser von 220 Å im Durchschnitt, deren Wandung osmiophil ist. Im Cytoplasma treten zweierlei DL auf, die sich durch ihre Größenordnung unterscheiden. Es ließen sich keine, von sicher intrazellulär gelegenen DL, unterschiedene Zellgrenzen auffinden. Die Struktur des Cytoplasmas zeigte sich für verschiedene Zellsorten spezifisch, die gewählte Fixierung liefert zumindest Äquivalentbilder. Die Schnitte wurden mit einem REICHERT-Ultramikrotom (Versuchsmodell) hergestellt.

#### Gemeinsame Sitzung: Allgemeine Probleme

Vorsitz: *A. C. van Dorsten* (Eindhoven)

*W. THEIS* (AEG Beleck/Möhne): *Elektronenoptische Untersuchungen über den Kristallisationsprozeß des Selen*.

Elektronenbilder der Oberflächen eines Selenfilms zeigen im Vorkristallisationsstadium Sphärolith- und Fibrillenstrukturen. Thermisch formierte Selenoberflächen zeigen bei erneuter Wärmebehandlung schon bei mäßigen Verformungen plastisches Verhalten. Die Gleitung startet an verhältnismäßig weit voneinander entfernten Ebenen (ca. 2000 Å) und endet bei einer Lamellenstärke von 200 bis 300 Å. Den Einblick in das Innere eines getemperten Selenkondensats vermitteln Querschnittsaufnahmen einer 30 µ starken Schicht. Sie zeigen Formen, die sich bei hohen Wachstumsgeschwindig-

keiten einstellen. Charakteristisch sind Dendriten mit paraboloidförmigen Spitzen ohne kristallographisch definierte Ebenen in Kombination mit lamellarem Wachstum. Bei einer thermischen Formierung in der Nähe des Schmelzpunktes treten ellipsoidförmige Selenkristalle auf, die in einem strukturlosen Untergrund eingebettet sind.

**H. HOCH und C. VON FRAGSTEIN** (Univ. Köln): *Übermikroskopische Teilchengrößenbestimmung in kolloidalen Goldsolen und quantitative Prüfung der Mie'schen Theorie der Streuung.* (Vorgetr. von C. v. Fragstein.)

Es wurden an kolloidalen Goldsolen Polardiagramme der Lichtstreuung für die Wellenlänge  $\lambda = 546 \text{ m}\mu$  aufgenommen und mit den theoretischen Werten der Streuung, die nach der Theorie von Mie berechnet waren, verglichen. Zu diesem Zweck wurde von jedem einzelnen Sol die Teilchengrößenverteilung nach elektronenmikroskopischen Aufnahmen sorgfältig vermessen. Die mittlere Teilchengröße der Sole bewegte sich zwischen etwa 40 bis 300  $\mu$ . Unter Zugrundelegung der Werte der optischen Konstanten, wie sie von Hagen und Rubens am kompakten Gold ermittelt worden waren, ergab sich eine vorzügliche Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment.

**H. SCHLUGE** (Carl Zeiss, Oberkochen): *Über eine Modifizierung des Endter'schen Auswertgerätes zur Bestimmung der Teilchengrößenverteilung.*

Endter hatte auf der 4. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie 1952 in Tübingen über ein Auswertgerät berichtet, das eine rasche Bestimmung der Teilchengrößenverteilung erlaubt. Dieses Gerät war für den speziellen Zweck der Auswertung elektronenmikroskopischer Aufnahmen von Füllstoffen entwickelt worden.

In dem Bestreben, dieses Gerät vielseitiger verwendbar zu machen, wurden einige Veränderungen vorgenommen: (1) Es werden zwei Meßbereiche eingeführt, so daß sich auf einer licht- oder elektronenmikroskopischen Aufnahme noch Teilchen ausmessen lassen, die sich im Durchmesser wie 1:50 verhalten. (2) Die Meßgenauigkeit wurde über den ganzen Meßbereich auf ca.  $\pm 4\%$  ausgeglichen. (3) Das Gerät wurde mit einer Integrier-Einrichtung versehen, so daß unmittelbar Summenkurven abgelesen werden können.

**F. LENZ** (Inst. f. Elektronenoptik und Feinmech. d. TH Aachen): *Das „Tomatensalat“-Problem.*

Das Problem, aus empirisch bekannten Größenverteilungen von Schnittkreisen durch Kugeln die Größenverteilung der Kugeln selbst zu bestimmen, wird für eine Folge typischer natürlicher Größenverteilungen gelöst. Ein Verfahren wird angegeben, welches auch dem mathematisch ungeübten Praktiker gestattet, aus Mittelwert und Standardabweichung der Schnittkreisradien Mittelwert und Standardabweichung der Kugelradien zu ermitteln. Als Anwendungsgebiete kommt die Auswertung licht- und elektronenmikroskopischer Aufnahmen von Mikrotomschnitten und die Bestimmung der Korngrößenverteilung in Metallschliffen in Frage.

**I. JOHANN** (Rhein.-Westf. Inst. f. Übermikroskopie, Düsseldorf) und **E. KLEIN** (Wiss. Phot. Labor. d. AGFA, Leverkusen-Bayerwerk): *Dünnschnitte durch Körner entwickelter und unentwickelter photographischer Schichten.* (Vorgetr. von E. Klein.)

Mit Hilfe des von v. Borries und Huppertz entwickelten Ultramikrotoms wurden so dünne Schnitte photographischer Schichten angefertigt, daß eine direkte elektronenmikroskopische Aufnahme möglich ist. Wie man aus den



Kontrast schließen kann, muß hierbei die Schnittdicke wesentlich unter  $0,1 \mu$  liegen, d. h. das photographische Korn wird in Scheiben zerlegt.

Auf diese Weise ist es also möglich, ohne vorherige Beseitigung der Gelatine elektronenmikroskopische Studien an der photographischen Schicht durchzuführen und Aussagen zu folgenden Problemen zu machen:

- (1) Gegenseitige Lage der Körner in einer unentwickelten und entwickelten Schicht (statistische Anhäufungen);
- (2) Zusammenhang zwischen sichtbarer Körnigkeit der entwickelten Schicht und der Kornverteilung in der Schicht;
- (3) Form des entwickelten Kornes bei verschiedenen Entwicklern;
- (4) Zusammenhang zwischen Kornform und Farbton des entwickelten Silbers (braune bzw. schwarze Silberausscheidung);
- (5) Nachweis der Gelatinehülle des Kornes.

An Hand von Diapositiven werden einige der bisher erzielten Ergebnisse diskutiert.

*H. BETHGE und W. PAWLITSCHKE (Inst. f. Exp. Physik d. Univ. Halle/Saale): Zur Messung der Objekterwärmung mittels Elektroneninterferenzen. (Vorgetr. von H. Bethge.)*

Ausgehend von der Darstellung der Intensität eines Interferenzdiagrammes, in die neben den bekannten temperaturunabhängigen Faktoren auch der Temperaturfaktor nach Debye eingeht, wurden Experimente zur Abhängigkeit der Intensitätsverteilung von der Elektronenbeaufschlagung, die mit Faraday-Käfig und Elektrometer gemessen wurde, angestellt. Zur Eliminierung der von der Objekterwärmung herrührenden Intensitätsabnahme wird der Verlauf des Temperaturfaktors durch Aufnahmeserien an meßbar aufgeheizten Schichten festgelegt.

Die mitgeteilten Ergebnisse an auf Kohlefilm aufgedampften LiF-Schichten zeigen die Brauchbarkeit der Methode und lassen erkennen, daß bei den üblicherweise vorliegenden Verhältnissen zur Elektronenbeugung an dünnen Schichten Temperaturen bis  $100^\circ\text{C}$  auftreten können. Die Darstellung der Objekttemperatur von der Bestrahlungsintensität zeigt nach einem zunächst steilen Anstieg mit zunehmender Beaufschlagung eine wesentlich flacher verlaufende weitere Temperaturerhöhung.

Auf Folgerungen und Rückschlüsse aus diesen Befunden wurde kurz eingegangen.

*A. BROCKES (Phys. Inst. d. TH Darmstadt): Zur Berechnung der Objekterwärmung durch Elektronenbestrahlung.*

Es wird darauf hingewiesen, daß die auf Grund älterer Rechnungen bisher benutzten Zahlenwerte für die Energieabgabe der Elektronen und das thermische Emissionsvermögen dünner Folien den praktischen Verhältnissen nicht gerecht werden. Mit verbesserten Zahlenwerten ergibt sich die Temperatur jetzt unabhängig von der Foliendicke. Ferner ergibt sich eine wesentlich geringere Wärmestrahlung, die gegen die Wärmeleitung im allgemeinen zu vernachlässigen ist. Zuverlässige Temperaturberechnungen sind bei der heutigen Unkenntnis der Vorgänge und Zahlenwerte nicht möglich, es lassen sich nur obere Grenzwerte für die Temperaturen abschätzen.

*A. BROCKES (Phys. Inst. d. TH Darmstadt): Über Veränderungen der Massendicke und der Ultrarotspektren organischer Folien bei Elektronenbestrahlung.*

Zaponlack- und Polystyrolfolien von etwa  $1 \text{ cm}^2$  Fläche wurden mit Elektronen bestrahlt. Durch Wägung und Ultrarotabsorptionsmessungen konnte der Verlauf der Verkohlung in Abhängigkeit von der auf die Folie

aufgefallenen Ladungsdichte verfolgt werden. Die Ergebnisse bestätigen das bisherige Bild von der Verkohlung organischer Objekte und liefern darüber hinaus viele neue Einzelheiten. Die Veränderungen sind von der Bestrahlungsstromdichte unabhängige reine Dosiseffekte.

G. BUTENUTH, O. GLEMSER und C. VON KOCH (Anorg.-Chem. Inst. d. Univ. Göttingen): *Zur Bestrahlungsschemie anorganischer Festkörper.* (Vorgetr. von G. Butenuth.)

Bei der Umsetzung chemischer Festkörper im Elektronenstrahl bemerkt man, daß zur Erzeugung desselben Endprodukts bei verschiedenen Energien der Primärteilchen verschiedene Stromdichten erforderlich sind [O. Glemsers, G. Butenuth, *NATURW.* 40, 508—509, 1953]. Trägt man diese „Erstzersetzungstromdichten“ — Steigerung über diesen Wert hat häufig andere Endprodukte zur Folge — gegen die zugehörigen kinet. Energien der Primärprojekte auf, so erhält man Kurven, die diskrete Linien der Atomspektren durch das Auftreten von Maxima oder Minima erkennen lassen. Insbesondere treten in den ersten untersuchten Fällen (der uns zur Verfügung stehende Spannungsbereich liegt zwischen 1 und 10 kV) Ionisationsenergien der K-Schale des Chroms und Kaliums auf, sowie Anregungsenergien der  $K\alpha_1$ - und  $K\alpha_2$ -Linien des Chroms und Mangans. (Neuerdings ist es auch gelungen, bei Elementen, deren L- und M-Ionisationsenergien im erwähnten Bereich von 1 bis 10 keV liegen, die zugehörigen Linien aufzufinden.)

Die bei solchen Versuchen sich ergebenden Kurven sind von der Teilchengröße des beschossenen Materials abhängig, und zwar verschoben sich die in ihrem relativen Verlauf gleichbleibenden Kurven mit steigender Teilchengröße gegen höhere Werte der Stromdichte.

Die Stromdichteabhängigkeit des Zersetzungspunktes einer Substanz sowie der Qualität des Endprodukts wird dahingehend gedeutet, daß die Stromdichte ein umgekehrtes Maß für die Zersetzungswahrscheinlichkeit (ZW) eines Stoffes darstellt. Im besonderen wird in den Extrempunkten die ZW mit der Ionisierungs- oder Anregungswahrscheinlichkeit diskreter Linien übereinstimmen.

Nach dieser Anschauung verläuft die Zersetzung derart, daß zunächst eine Ionisation der inneren Schalen der Atome des beschossenen Moleküls eintritt und nachfolgend die entstandene Elektronenlücke stufenweise von außen aufgefüllt wird, so daß schließlich die Bindungssphäre angegriffen wird. Der Angriff des Moleküls findet von innen her statt. (Die „Anregung“ einer inneren Schale kann nur angenommen werden, wenn in der Atomschale, zu der die Anregung führt, eine Lücke vorher geschaffen ist. Diese Annahme ist bei Betrachtung der entsprechenden Wirkungsquerschnitte zulässig. Als Ergebnis einer fördernden Diskussion verdanken wir diese Erklärung Herrn Dr. Leisegang, Berlin.)

Außer den erwähnten Linien treten weitere auf, die noch nicht zugeordnet werden konnten, die aber wahrscheinlich einer additiven Kombination verschiedener „Grundlinien“ entsprechen.

Um diese Dinge aufzuklären, sowie die Abhängigkeit von verschiedenen Gittertypen zu untersuchen, beschäftigt uns jetzt eine systematische Variation der bestrahlten Gitter und Moleküle.

Abschließend noch einige Bemerkungen über Beobachtungen bei der Festkörperbestrahlung:

1. *Reversible Stoffänderungen.* Bei der Bestrahlung einer sehr großen Zahl von Körpern ergeben sich reversible Farbänderungen. Änderungen also, die nach Abschalten des Elektronenstrahls wieder verschwinden. Es ist nicht ausgeschlossen, daß hier und da solche Änderungen mit modifizierten Gitterstrukturen verknüpft sind.



2. *Anisotropes Verhalten von Schichtgittern.* Bei der Bestrahlung des Bleijodids ( $\text{PbJ}_2$ ) und auch besonders gut erkennbar beim Cadmiumjodid ( $\text{CdJ}_2$ ), die beide ausgesprochene Schichtgitterstrukturen mit van der Waals-Bindungen zwischen den Schichtpaketen enthalten, tritt sehr leicht Zersetzung ein, wenn man parallel zu den Schichten, sehr viel schwerer, wenn man senkrecht zu ihnen bestrahlt. Handelt es sich um Kristalle, die Bruchlinien aufweisen, können die Elektronen durch diese auch bei senkrechtem Einstrahlen eindringen und dann bemerkt man, daß die Wirkung um die Bruchlinie herum eine vieltausendfach größere Ausdehnung erreicht, als der Reichweite der Primärelektronen entspricht. Die Kristalle verhalten sich auch Elektronenstrahlen gegenüber anisotrop.

3. *Zur Frage der thermischen Zersetzung von Körpern im Elektronenstrahl.* In Übereinstimmung mit den vorher gehaltenen Vorträgen wird festgestellt, daß zwar Temperaturen um  $1000^\circ\text{C}$  beobachtet werden konnten (optisch pyrometrisch), daß aber bei gleichen oder sehr ähnlichen Bestrahlungsbedingungen andere Körper keinerlei Glühen aufweisen. Trotzdem werden sie zerstört oder umgewandelt. Andererseits gibt es Körper, die bei hohen Temperaturen im Vakuum unzersetzt destilliert werden können, während sie bei ähnlichen Temperaturen im Elektronenstrahl zersetzt werden.

Die stark voneinander abweichenden Temperaturen verschiedener Körper lassen sich nicht aus den Wärmeleitfähigkeiten, den variablen Schichtdicken des bestrahlten Gutes etc. erklären.

H. SEEMANN (Phys. Labor. Konstanz): *Licht- und Verdampfungerscheinungen bei Bestrahlung von blanken Metallflächen mit schnellen Elektronenstrahlen im Hochvakuum.*

Das Fehlen einer Grundvorstellung der theoretischen Physik über den Wellenemissionsmechanismus fester Oberflächen aus Mangel an experimentellen Tatsachen erschwert das Verständnis und die Berechnung der durch auftreffende Korpuskularstrahlen hervorgerufenen Licht-, Wärme-, Verdampfungs- und Verfestigungserscheinungen außerordentlich. Zur Vermehrung der experimentellen Unterlagen wird die so gut wie unbekannte Emissions-Polarisation blanker glühender Metalloberflächen auf dem Hörsaaltisch experimentell vorgeführt: Ein mit Gasflamme zur Rotglut gebrachtes Pt-Blech  $60 \times 60 \times 0,1$  mm konnte von jeweils 10 Personen durch eine 100 mm  $\phi$ -Polarisationsscheibe (Fabr. Käsemann) unter kleinen Glanzwinkeln beobachtet werden. Bei Drehung der Scheibe verschwindet das Rotlicht, wenn die Durchlaßrichtung der Scheibe parallel zur Metalloberfläche steht, also senkrecht zur Schwingungsrichtung (elektr. Vektor), bis zur völligen Unsichtbarkeit bei heller Saalbeleuchtung. Als Gegenstück zu der in wenigen Stunden vorher vom Werkstattleiter des Phys. Inst. in Münster hergestellten Dreh- und Halterungsvorrichtung wurde danebenstehend das moderne Universalgerät für Korpuskular- und Wellenstrahlung gezeigt, mit dem vor 25 Jahren vom Vortragenden der Beweis erbracht wurde, daß das von Liliensfeld entdeckte bläulich-weiße Leuchten des Brennflecks von Hochvakuum-Röntgenröhren mit dem obigen Glühlicht in der Polarisation genau übereinstimmt. Der Unterschied liegt darin, daß das Liliensfeldlicht ein Hochtemperatur-Hautlicht ist, das schon wieder größtenteils innerhalb der Haut reflektiert ist, bevor die erzeugende Wärme durch Leitung ins Innere dringen kann. Trotzdem ist das Licht von der Richtung der erregenden Korpuskularstrahlung unabhängig.

[Literatur: Kleine Monographie des Votr. vom Herbst 1954 und ANN. PHYS. 1955 im Druck.]

Parallelsitzung A: Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Elektronenoptik

Vorsitz: A. Recknagel (Dresden)

J. PICHT (Potsdam/Babelsberg): Zur beugungstheoretischen Behandlung elektronenoptischer Abbildungsfelder.

H. GRÜMM (Wien): Anwendung der Schattenmethode zur Bestimmung der Aberrationen abgelenkter Elektronenbündel.

Die in der Lichtoptik wohlbekannte „Schneidenmethode“ hat sich auch in der Elektronenoptik zur Bestimmung von Linsenaberrationen als nützlich erwiesen. Diese Methode wird hier in einer theoretischen Untersuchung auf das abgelenkte Elektronenbündel angewendet. Es wird angenommen, daß in den Fokus eines derartigen Bündels ein „Testobjekt“ (z. B. ein feiner Draht, eine Schneide, o. dgl.) eingebracht wird und daß die auf einem dahinter angebrachten Schirm auftretenden Schattenfiguren beobachtet werden. Ausgehend von den Strahlen dritter Ordnung in der Umgebung des Fokus werden die Transformationen der „Testobjekt-Ebene“ in die Schirmebene aufgestellt. Die Schattenbilder für verschiedene charakteristische Testobjekte in verschiedenen Lagen werden bestimmt.

S. LEISEGANG (Siemens & Halske, Berlin-Siemensstadt): Zum Kontrast in elektronenmikroskopischen Bildern.

Die Wahrscheinlichkeit  $W(Q, \alpha) dQ$  daß ein Elektron mit dem Energieverlust  $Q$  unter dem Winkel  $\alpha$  gestreut wird, kann berechnet werden unter der Annahme, daß praktisch nur die charakteristischen Energieverluste auftreten, die im Sinne der Bohrschen Theorie als Resonanzverluste aufgefaßt werden.

Für den durch die Streuung der Elektronen entstehenden Amplitudenkontrast  $K(\alpha)$  als Funktion der Objektivapertur  $\alpha_0$  bei kleiner Bestrahlungsapertur  $\alpha_B < \alpha_0$  ergibt sich für dünne, ausgedehnte Objekte eine von der Dicke unabhängige Beziehung. Diese Formel stimmt mit Messungen des Kontrastes an dünnen Kohlefolien [Leisegang] und an  $Al_2O_3$ -Folien [Lippert, OPTIK 11, 412, 1954] gut überein.

Bei kleinen und dünnen Objekteinheiten ( $\phi < 20 \text{ \AA}$ ) tritt durch den Farbfehler der Linse auch bei großer Objektivapertur ( $\alpha_0 \approx 10^{-2}$ ) der theoretisch maximale Amplitudenkontrast  $K(0) = n_e + n_u$  auf ( $n_e$  = Zahl der elastisch,  $n_u$  = Zahl der unelastisch gestreuten Elektronen). Eine kleinere Objektivapertur, die zur Verschlechterung der Auflösung führt, bringt hier keine Erhöhung des Kontrastes in Übereinstimmung mit der praktischen Erfahrung.

Der Amplitudenkontrast allein reicht aber zur Deutung elektronenmikroskopischer Bilder nicht aus, der Phasenkontrast ist um einen Faktor größer [Scherzer, J. APPL. PHYS. 20, 20, 1949]. Das wird an einem Gewebedünnschnitt gezeigt: Der durch Defokussieren um  $0,35 \mu$  entstehende Phasenkontrast von etwa 30 % in  $10 \text{ \AA}$  großen Bereichen kann als Änderung der optischen Dicke um etwa  $20 \text{ \AA}$  Kohle gedeutet werden.

H. DÜKER (Lehrst. f. exp. u. angew. Physik d. Univ. Tübingen): Lichtstarke Interferenzen mit einem Biprisma für Elektronenwellen.

G. Möllenstedt und H. Düker [NATURWISS. 42, 41, 1955] zeigten, daß der Fresnelsche Biprisma-Versuch auch mit Elektronenwellen durchführbar



ist. Das elektronenoptische Biprisma besteht aus einem metallisierten 2  $\mu$ -Quarzfaden und zwei geerdeten Elektroden. Eine Fadenspannung von etwa + 10 Volt genügt für die gewünschte Strahlumlenkung. Zur Beleuchtung diente eine 500 Å feine punktförmige Elektronensonde. Das äquidistante Streifensystem wurde so auf Aufnahmen sichtbar.

In neueren Versuchen wird eine mittels Zylinderlinsen erzeugte strichförmige 500 Å schmale Elektronensonde benutzt. Auch für die Nachvergrößerung des Streifensystems werden Zylinderlinsen verwendet. Der erzielte Intensitätsgewinn reicht, um die Interferenzstreifen auf dem Leuchtschirm gut sichtbar zu machen. Durch Änderung des geometrischen Weges des einen der beiden kohärenten Teilstrahlen gelingt es, Streifenwanderung zu beobachten und eine Phasendifferenz von  $\lambda/2$  einzustellen.

J. PICT (Potsdam/Babelsberg): *Über eine Methode zur systematischen Errechnung der Feldverteilung von Abbildungsfeldern mit bestimmten Abbildungseigenschaften.*

Vorsitz: J. Picht (Potsdam/Babelsberg)

F. LENZ (Inst. f. Elektronenoptik und Feinmechanik d. TH Aachen): *Die Vorausberechnung permanentmagnetischer Linsensysteme für das Elektronenmikroskop.*

Die Aufgabe bei der Dimensionierung von permanentmagnetischen Linsensystemen besteht darin, bei minimalen Außenabmessungen des Systems maximale Brechkraft der Linsen zu erzielen. Methoden, nach denen die Abhängigkeit der Brechkraft von der geometrischen Anordnung von Magneten und Weicheisenteilen berechnet werden kann, werden beschrieben. Insbesondere wird der Fall behandelt, daß die Brechkraft durch Verschiebung beweglicher Eisenteile im Innern des Systems geregelt wird.

G. LANGNER (Rhein.-Westf. Inst. f. Übermikroskopie, Düsseldorf): *Die Erprobung einiger regelbarer permanentmagnetischer Linsen.*

Für drei permanentmagnetische Linsen mit in weitem Umfang veränderlicher Brechkraft — eine Kondensorlinse, ein Objektiv und ein Projektiv — wird die elektronenoptische Wirkung der Brechkraftregelung an Hand von gemessenen Feldverteilungskurven und Elektronenbahnen beschrieben. Die Linsen sind in einem permanentmagnetischen Elektronenmikroskop nach B. v. Borries [Proc. Intern. Conf. Electron Microscopy, London, 1954; J. ROY. MICROSC. SOC., im Druck] praktisch erprobt worden.

Die Kondensorlinse ist als zweispaltige, verdrehungsfreie Einzellinse ausgeführt. Durch ein axial verschiebbares Kurzschlußstück wird der dem Magneten entnommene Fluß und damit seine magnetische Gesamtspannung verändert. Die Kondensorapertur ist auf dem Wege der Brechkraftregelung von  $10^{-4}$  bis  $3 \times 10^{-2}$  regelbar.

Beim zweispaltigen Objektiv wird der zweite Spalt durch eine Regelhülse magnetisch kurzgeschlossen oder mehr oder weniger stark geöffnet, wobei Übersichtsbilder geringer Vergrößerung sowie Beugungsbilder möglich sind.

Das Projektiv bildet eine insgesamt im Polschuhhalter axial verschiebbare Einheit. Beim Verschieben bildet sich vor dem eigentlichen Polschuhspalt mehr oder weniger stark eine Sättigungslinse aus. Hierdurch ist die Vergrößerungsweite von 0,84 mm bis 7,8 mm ohne Begrenzung des Bild-

feldes möglich. Außerdem wird die radiale Verzeichnung bei geringer Vergrößerung kompensiert.

Das Abbildungssystem gestattet bei 60 kV und einer magnetischen Spannung von 2450 AW eine Vergrößerungsregelung von 250 bis 17000 und den kontinuierlichen Übergang vom Boersch'schen Beugungsbild zur elektronenmikroskopischen Abbildung hoher Vergrößerung.

**E. HAHN** (VEB Carl Zeiss, Jena): *Ein regelbarer elektrostatischer Kondensor.*

Eine Verbesserung des von K. H. Steigerwald angegebenen Fernfokussystems hinsichtlich des Verhältnisses der Intensität zum Strahlstrom erhält man, wenn man der Wehneltblende eine weite Öffnung gibt und den Kathodenkegel entsprechend tiefer einsetzt. Dennoch reichen die Intensitäten für die relativ hohen elektronenoptischen Vergrößerungen nicht aus. Eine wesentliche Steigerung gegenüber dem verbesserten Fernfokussystem wird erzielt, wenn man dem Kathodenkegel eine auf (gegenüber Kathode) positivem Potential liegende Elektrode gegenüberstellt. Hierdurch können Feldstärke und Zerstreuungswirkung vor der Kathode in weiten Grenzen verändert und insbesondere vergrößert werden. Vergleichsmessungen an Fernfokussystem und Tetrode ergaben im Strahlstrombereich 0 bis 150  $\mu\text{A}$  einen etwa viermal höheren Richtstrahlwert und eine insgesamt 10-mal größere Intensität in der Objektebene. Die Steigerung des Richtstrahlwertes ist vor allem für elektrostatische Elektronenmikroskope von Wichtigkeit, da bei diesen infolge des Öffnungsfehlers des Objektivs die Bestrahlungsapertur nicht beliebig groß gemacht werden darf. Bei geeigneter Kopplung der Elektrodenspannungen läßt sich die Brennfleckgröße in der Objektebene bei gleichbleibender Intensität variieren.

**O. RANG** (Mosbach) und **W. WEITSCH** (Oberkochen): *Über ein neues elektrostatisches Projektiv mit weitem Vergrößerungsbereich.* (Vorgetr. von W. Weitsch.)

Nach einem Überblick über die bisher in elektrostatischen Elektronenmikroskopen angewandten Verfahren des Vergrößerungswechsels wird eine neue aus vier Elektroden bestehende Projektivlinse beschrieben, deren innere Elektroden unabhängig von einander auf verschiedene, dem Kathodenpotential proportionale Potentiale gelegt werden können. Es werden verschiedene Linsenformen mit den zugehörigen Brechkraft-Spannungskurven gezeigt. Beim Einbau in einen Abbildungsstrahlengang ermöglicht die neue Linse bei erheblich verkürzter Baulänge drei verschiedene dreistufige Abbildungen im Verhältnis 1:3:9 ohne Bildumkehr und einen Beugungsstrahlengang nach dem Boersch'schen Prinzip. Die Abbildungen sind bei sehr geringer Verzeichnung frei von Farbabhängigkeit der Vergrößerung. Bei einer Projektivstufenlänge von 330 mm ergibt sich ein Bilddurchmesser von 100 mm.

**W. LIPPERT** (MPI f. Biophysik, Frankfurt/Main): *Über die Wirkungsweise des Möllenstedt'schen Geschwindigkeitsanalysators.*

Es werden Näherungsformeln für den Strahlverlauf im Möllenstedt'schen Geschwindigkeitsanalysator diskutiert und allgemeine Eigenschaften des Analysators aufgezeigt. Durch Kombination mit experimentellen Untersuchungen läßt sich ein gewisser Überblick darüber gewinnen, in welchem Bereich sich die Eigenschaften des Analysators verändern lassen, und wo die optimalen Betriebsbedingungen einzustellen sind. Auf Eigenschaften des Betriebs mit fester Ablenkung und variabler Mittelelektrodenspannung wird hingewiesen.



W. DIETRICH (Lehrst. f. exp. u. angew. Physik d. Univ. Tübingen): *Verbesserung der Optik des elektrostatischen Geschwindigkeits-Analysators.*

In Spektrographen soll sich die Photoplatte in der Fokussierungsebene befinden. Dies stößt beim elektrostatischen Geschwindigkeits-Analysator auf Schwierigkeiten, da die Fokussierungsebene einen zu geringen Winkel mit der optischen Achse bildet.

Auf Anregung von G. Möllenstedt ist in folgendem Verfahren das räumliche Nebeneinander des Spektrums durch ein zeitliches Hintereinander ersetzt. Das wie üblich erzeugte Spektrum wird durch einen Spalt bis auf die Fokussierungslinie der Elektronen ohne Geschwindigkeitverlust abgeblendet. Verringert man nunmehr das Potential der Analysatorlinse kontinuierlich, so wandert nacheinander jede Stelle des Spektrums durch diesen optimalen Schärfepunkt (Tele-Strahlengang). Die den Spalt durchsetzenden Elektronen verursachen auf einem darunter befindlichen Leuchtschirm wechselnde Helligkeit, die mittels Multiplier und Verstärker von einem Schreiber registriert wird. Registrierkurven werden gezeigt.

### *Parallelsitzung B: Virusforschung und Bakteriologie*

Vorsitz: K. Herzberg (Marburg/Lahn)

G. SCHRAMM (Tübingen): *Untersuchungen über Nucleinsäuren.*

F. AMELUNXEN (Botan. Inst. d. Univ. Münster): *Elektronenoptische Strukturanalyse der Eiweißspindeln bei Cactaceen.*

Molisch fand 1885 im Cytoplasma einiger Kakteen-Arten homogene oder fibrilläre Eiweißspindeln. Rosenzopf [PHYTON 3, 95, 1950] vertritt die Ansicht, daß die Eiweißspindeln Virus-Einschlußkörper darstellen. Sie konnte zeigen, daß die Fähigkeit zur Spindelbildung durch Pfropfung, Injektion und Transplantation von einer spindelhaltigen auf eine spindelfreie Pflanze übertragen werden kann.

Für eine Virusnatur spricht auch die Strukturanalyse der Eiweißspindeln im Elektronenmikroskop. Die lichtmikroskopischen Fibrillen der Spindeln setzen sich aus zahlreichen, parallel gelagerten submikroskopischen Fibrillen zusammen, wie durch Untersuchungen am fixierten ( $\text{OsO}_4$ ) Material festgestellt wurde. Die elektronenmikroskopische Abbildung kürzerer Fäden, welche durch eine lineare Aggregation die submikroskopischen Fibrillen aufbauen, gelingt bei nicht fixiertem, homogenisierten und anschließend durch Zentrifugierung (12000 Umdrehungen/Min., entspr. 11000 g; Dauer 30 Min.; Temperatur + 4 bis - 4 °) gereinigten Material.

Nach zahlreichen Messungen kann 600 m $\mu$  als Längeneinheit und 22  $\pm$  4 m $\mu$  als Dicke eines Fadens angenommen werden. — Derartige Fäden lassen sich nur bei solchen Arten elektronenmikroskopisch nachweisen, bei denen auch im Lichtmikroskop Eiweißspindeln zu beobachten sind. Sehr wahrscheinlich handelt es sich bei den Fäden der angegebenen Größe um die gesuchten Virusfäden, doch ist durch eine chemische Analyse noch der Nachweis zu erbringen, daß sie aus einem Nukleoproteid bestehen.

Die Untersuchungen wurden bei *Opuntia monacantha* und bei 2 Exemplaren von *Opuntia hersfeldii* durchgeführt.

D. PETERS (Tropeninstitut, Virusabteilung, Hamburg): *Enzymatischer Abbau des Vaccine-Virus durch Papain.*

Kristallisiertes Papain, das unfixierte Elementarkörper (Elk.) nicht angreift, wirkt bei Konz. von mindestens 0,1 % auf Alkohol-Eisessig (15 : 1)

und  $\text{OsO}_4$  (1 %, pH 7,2)-fixierte Partikel bei neutraler Reaktion (pH 5—8) ähnlich wie 0,02% Pepsin bei pH 2. Als Enzymaktivatoren dienen Cystein, red. Gluthathion bzw. KCN. Im ionenarmen Milieu erfolgt der Abbau langsamer (20 Stdn.) als in 0,1 m Citratpuffer (2 Stdn. u. kürzer). Bei pH 5 sind die resistenten Innenkörper durchschnittlich größer als bei pH 7. Dem pH-Wert entsprechend werden vermutlich unterschiedliche Strukturanteile angegriffen. Bei bemerkenswerter Streubreite werden häufig neben unabgebauten Elk. auch leere Membranen beobachtet. Wie beim Pepsinabbau treten auch bei Papain ringartige Innenstrukturen auf. (Gegenüber  $\text{OsO}_4$ -fixierten Elk. ist Pepsin nicht wirksam. Es wirkt jedoch im üblicher Weise, wenn in reduzierendem Milieu gearbeitet wird.) Da die Ringstrukturen nach zwei verschiedenen Fixierungen und zwei unterschiedlichen Proteolysevorgängen regelmäßig beobachtet werden, sind sie mit hoher Wahrscheinlichkeit reell. Ihr DNS-Gehalt wurde früher nachgewiesen.

Die kugelschalenartige Anordnung der DN-Proteide weist auf eine strukturelle Ähnlichkeit mit dem Feulgen-positiven „Außenkern“ der Protisten hin. Ein nach Proteolyse im Inneren des Ringes mehr oder weniger deutlich zu beobachtender zentraler Körper legt einen Vergleich mit dem „Binnenkörper“ (Nucleolarsubstanz, Karyosom, Endosom) des Protistenkerns nahe. — Bei dem Grundtyp des „reifen“ Elk. handelt es sich vermutlich um ein Stadium der Virusentwicklung, das der „Ruhezelle“ an die Seite zu stellen ist.

**A. KLEINSCHMIDT** (Hygiene-Inst. d. Univ. Marburg): *Die Oberflächen-Spreitung als elektronenmikroskopische Präparationsmethode. Ergebnisse an Erythrocyten und Bakterien.*

Bringt man eine Albumin-haltige Zellsuspension durch Spreitung auf Wasser, so breitet sich das Material zur Monoschicht aus. Der Protein-Mischfilm läßt sich auf el. mikr. Objektblenden übertragen [Hartman u. a. J. APPL. PHYS. 24, 90, 1953]. Damit erhält man Abbildungen von oberflächendenaturierten Zellen, die in verschiedener Richtung untersucht werden können. Die Morphologie der Zellen ist abhängig von der Spreitung insbesondere von dem dabei wirksamen Schub, dem Ionengehalt der wässrigen Oberfläche und der Zeitdauer. Die dazu notwendige Versuchsanordnung wird beschrieben.

An gespreiteten Erythrocyten (ACTA HAEMAT. im Druck) erkennt man, daß sich die Zellmembranen gleichartig und frei von Hämoglobin darstellen, und daß mit NaCl Material bis auf ein balkenartiges Gerüst eluiert und bei Angriff von Proteasen vollständig abgebaut werden kann. An kernhaltigen Blutkörperchen treten analoge Verhältnisse auf, die isolierte Darstellung des Kerns gelingt nach Spreitung bei pH 3. Bakterien bilden ihre Geißeln (*E. coli*) regelmäßig ab, ältere Kulturen zeigen eine ausgebreitete Bakterienmembran (*Shigella*). Auch hier führen Fermentangriffe zu klaren Bildern des Abbaus.

Vorsitz: D. Peters (Hamburg)

**K. HERZBERG, A. KLEINSCHMIDT und K. REQUARDT** (Hygiene-Inst. d. Univ. Marburg): *Elektronenmikroskopische Bilder von gespreiteter und fermentbehandeltem Kanarienvirus.* (Vorgetr. von K. Herzberg)

Die in der Zeitschrift für Hygiene 139, 545 (1954) von uns mitgeteilte Befunde über Rund- und Ovalformen von Elementarkörperchen, die



inselartigen Plaques verschiedener Durchstrahlbarkeit zu sehen waren, konnten in neuen Präparatserien bestätigt werden. Ovale und Rundformen, welche einen Innenkörper erkennen lassen, haben große Ähnlichkeit mit dem von C. Morgan sowie Gaylord und Melnick in Dünnschnitten abgebildeten Körpern. Bei Anwendung des Spreitungsverfahrens traten gleichmäßig große Oval- bis Rundformen auf, die keine zweifelsfreie Innenkörperbildung zeigten. Sie haben einen größeren Durchmesser als die undurchstrahlbaren Quaderformen. Nach dem Vorgang von Peters und Nasemann wurden mit Fermenten Abbauprobungen vorwiegend an virushaltigen Histocyten vorgenommen. Von den erhaltenen Bildern werden einige Beispiele gezeigt.

E. MÖLBERT (Inst. f. Hygiene u. Mikrobiologie d. Univ. Würzburg): *Untersuchungen zur morphologischen Differenzierung von Leptospiren und Spirochaeten.*

Untersuchungen zur morphologischen Differenzierung von pathogenen Leptospiren und Treponemen wurden vorgenommen. Der morphologische Aufbau der Leptospiren ist bei allen pathogenen Arten der gleiche, sodaß sie auf Grund ihrer morph. Gestalt nicht unterschieden werden können. Lediglich der Querdurchmesser variiert etwas von 0,9 bis 0,11  $\mu$  bei den dünneren und von 0,13 bis 0,14  $\mu$  bei den dickeren Arten. Der Leib der Leptospire schlingt sich wendeltreppenartig mit einer rechtsdrehenden Schraubung um ein Fibrillenbündel von 250 Å  $\phi$ , das aus 5 bis 6 Einzelfibrillen von je 70 bis 80 Å  $\phi$  besteht. Dieses Fibrillenbündel dient als Bewegungsorganell. Es ist in sich gedreht mit einem Rechtsdrehsinn.

Das Treponema pallidum, die pathogenen Stämme Truffi und Nichols und das Treponema pertenue lassen sich morphologisch ebenfalls nicht voneinander unterscheiden. Der Leib dieser Mikroorganismen bildet eine Spirale, an deren Innenseite ein Fibrillenband von einer Breite von 850 Å verläuft und aus 6 Fibrillen besteht. Diese Fibrillenzahl ist konstant im Gegensatz zu Kulturspirochaeten (Reiterspirochaeten), deren Fibrillenzahl des Bewegungsorganells zwischen 6 und 12 schwankt. Außerdem endet das Fibrillenband nicht am Körperende, sondern setzt sich als Geißel oder auch als Fibrillenbüschel fort.

Das Treponema recurrentis (Spirochaeta Obermeieri) besitzt ebenfalls an der Innenseite des rechtsspiralig gewundenen Körpers ein Fibrillenband, bestehend aus ca. 15 bis 18 Fibrillen, deren Durchmesser 70 bis 80 Å beträgt.

Die Vermehrung der pathogenen Leptospiren und Treponemen erfolgt durch Querteilung. Einige Beispiele wurden aufgezeigt.

H. KÖLBEL (Tuberkulose-Forschungsinstit. Borstel): *Extrazelluläres Auftreten von Granula und Metaphosphatkörnchen beim Mycobacterium tuberculosis.*

Granula und Metaphosphatkörnchen sind isotop auftretende Zellstrukturen des Mycobacterium tuberculosis. Sie entsprechen den Mitochondrien der höheren Zelle. Anhand von licht- und elektronenmikroskopischen Aufnahmen wird der Nachweis über ihr extrazelluläres Auftreten erbracht. Dieser Beobachtung kommt insofern eine Bedeutung zu, als die Mitochondrien Sitz wichtiger Zellfermente sind, die auch außerhalb der zellulären Organisation ihre abbauende und synthetisierende Tätigkeit entfalten können. Die hieraus abzuleitenden Auswirkungen für den Mikro- und Makroorganismus werden diskutiert.

R. LEHMENSICK und S. BLANCKART (Parasitolog. Abt. d. Zool. Inst. d. Univ. Bonn): *Bau der Oberflächenorganellen einiger Ciliaten (Paramaecium, Stylonychia und Opalina)*. (Vorgetr. von R. Lehmensick.)

Die Felder der Paramaecium-Oberfläche, die ihre Gestalt zwischen Hexagonen und Rechtecken wechseln, sind tiefer eingesenkt, als man bisher annahm und ihre Cilien nehmen mehr Raum in der Delle ein. Es wurde ein neues Schema entworfen.

Bei den Hypotrichen (*Stylonychia mytilis*) liegen an den „nackten“ Körperstellen unter dem doppelten Oberflächenhäutchen Längs- und Querfibrillen mit ovalen bis bandförmigen Querschnitten. Wir halten sie für die kontraktile Elemente, denen der *Stylonychia*-Körper seine große aktive Biegsamkeit verdankt.

Die Oberflächenstruktur von *Opalina ranarum* besteht aus vielen senkrecht stehenden Lamellen, die den Körper des Tieres parallel zu den Cilien-Reihen (8 bis 14 zwischen je 2 C.-Reihen) überziehen. Diese Lamellen werden von parallel zur Körperoberfläche liegenden Fibrillen durchzogen. Wir halten auch diese für die kontraktile Elemente, die die undulierenden Bewegungen der Lamellen ermöglichen.

Die Cilien der drei untersuchten Formen haben untereinander einen recht einheitlichen Grundaufbau, den ich bereits in London für *Paramaecium* geschildert habe: ein von einem Oberhäutchen eingehüllter walzenförmiger Plasmakörper, der von 10 Längsfibrillen durchzogen ist (1 Zentralfibrille, von 9 Randfibrillen kreisförmig umstellt). Inzwischen hat sich jede der Fibrillen als Doppelfibrille erwiesen. Die Anordnung der Einzelelemente allerdings ist bei den verschiedenen Organismen unterschiedlich. Für die Schilderung der Untersuchungsergebnisse über die Verankerung der Cilien bei den verschiedenen Protisten verweise ich auf die ausführliche Arbeit, da nur durch Text, ohne Abbildungen, die Vermittlung einer klaren Vorstellung der etwas komplizierten Verhältnisse unmöglich ist.

(Alle Tiere wurden mit Osmiumsäure 1,5 % unter Veronalacetat-Puffertung fixiert). — Die Arbeit wurde mit Geldmitteln der Geffrub ermöglicht und im Institut für Übermikroskopie, Düsseldorf (Direktor: Prof. v. Borries) durchgeführt.

Gemeinsame Sitzung: Elektronenmikroskopische Untersuchungen aus der Chemie, der Metallurgie und aus der Technik

Vorsitz: H. König (Darmstadt)

K.-J. HANSZEN (Phys.-Techn. Bundesanstalt, Braunschweig): *Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Aufdampfschichten*.

Auf Träger erhöhter Temperatur kondensierte Silberschichten bestehen ebenso wie nachträglich getemperte Schichten, aus isolierten Partikeln. Im Gegensatz zu nachträglich erhitzten Schichten weisen sie aber folgende Merkmale auf: (1) Die Größe der Partikel nimmt mit steigender Temperatur ab, ihre Anzahl dagegen zu. (2) In der gleichen Schicht treten alle Teilchengrößen von etwa 20 Å bis zu einem durch die Trägertemperatur und die Schichtdicke bestimmten Maximalwert auf. (3) Die äußeren Teilchenbegrenzungen werden mit wachsender Temperatur immer kristallähnlicher. (4) Oberhalb einer von der Atomstrahldichte abhängigen „kritischen Temperatur“ werden nur noch an wenigen, energetisch bevorzugten Stellen Teilchen kondensiert.



Ähnlich wie bei getemperten Schichten [vgl. PHYS. VERH. 5, 175, 1954] ist auch im Elektronenmikroskop nach langsamer Steigerung der Elektronenintensität unter geeigneten Abscheidungsbedingungen der Kohlenwasserstoffpolymerisate ein schützender Einfluß der entstandenen Kohlehüllen festzustellen. Bei sehr starker Elektronenbestrahlung tritt jedoch gegenüber reinem Tempern eine schnellere Verdampfung der Silberschichten ein. Unter bestimmten Versuchsbedingungen ist eine solche Sublimation schon bei geringen Elektronenintensitäten möglich. In diesem Fall scheinen die Kohlehüllen, besonders im Stadium geringerer Dicke, im Gegensatz zu der oben beschriebenen fixierenden Wirkung einen fördernden Einfluß auf die Verdampfungsgeschwindigkeit zu besitzen.

Wenn chemische Reaktionen im engeren Sinn zwischen Aufdampfschicht und Kohlehülle zu erwarten sind, nehmen die Schichtveränderungen unter der Einwirkung des Elektronenstrahls einen völlig anderen Verlauf als bei Tempern im Vakuum.

E. BAUER (II. Phys. Inst. d. Univ. München): *Neue Ergebnisse zur Struktur reflexvermindernder Schichten durch Kombination von Elektronenmikroskopie und Elektronenbeugungsuntersuchungen.*

Kristallorientierung, Kristallgröße und Kristallhabitus in reflexvermindernden Fluoridschichten werden als Funktion des Bedampfungswinkels und der Unterlagentemperatur elektronenmikroskopisch und mittels Elektronenbeugung untersucht. Während bei niedrigen Temperaturen bei senkrechter Bedampfung nur eine Einfachorientierung zu beobachten ist, tritt bei schräger Bedampfung stets eine zweifache, von der Dampfstrahlrichtung abhängige Orientierung auf. Der Orientierungsgrad ist beim Bedampfungswinkel von etwa  $30^\circ$  am stärksten, die Teilchengröße beim gleichen Winkel am einheitlichsten, während sie bei senkrechter und streifender Bedampfung innerhalb der Schicht stark schwankt. Bei hohen Temperaturen zeigen die Kristalle im allgemeinen keine Vorzugsorientierung, lassen jedoch deutlich verschiedene Wachstumsformen erkennen. Kristalle mit NaCl-Struktur sind stets würfelförmig, bei Substanzen mit Fluoritstruktur dagegen nicht. Die Erklärung der Schichtstruktur durch die Theorie des Kristallwachstums wird kurz angedeutet.

W. JAENICKE (Inst. f. Phys. Chemie d. TH Karlsruhe) und W. MÜLLER (Labor. f. Elektronenmikroskopie d. TH Karlsruhe): *Untersuchung über Kristallwachstum weit unterhalb des Sublimationspunktes.* (Vorgetr. von W. Müller.)

Am Beispiel des ZnS, das unter verschiedenen Bedingungen chemisch gefällt wurde, wird gezeigt, daß ein Kornwachstum bereits weit unterhalb des Sublimationspunktes einsetzt. Das Kornwachstum ist im einzelnen abhängig vom End- $P_H$ -Wert der Mutterlösung bei der Fällung, von Fremdzusätzen zum ZnS, von der Glühtemperatur und Glühzeit. Durch geeigneten Fremdzusatz läßt sich z. B. eine Zunahme des mittleren Korndurchmessers auf das 5-fache des Korndurchmessers ohne Fremdzusatz erreichen. Zu jeder Temperatur stellt sich in Abhängigkeit von der Glühzeit eine maximale mittlere Korngröße ein. Das Kornwachstum beginnt bereits bei  $400^\circ\text{C}$ . Die mit dem Wachstum verbundene ZnS-Struktur wurde röntgenographisch verfolgt.

R. MELDAU (Labor. f. Staubtechnik Dr. Ing. R. Meldau, Harsewinkel/Westf.): *Diatomit als Indikator technischer Vorgänge.*

Zur Kennzeichnung staubförmiger Massengüter, insbesondere zum Nachweis von Flugasche entfernt vom Entstehungsort, wurde ein Stoff übermikroskopisch untersucht, der der Flugasche vor Austritt aus dem Kamin

aber nach dem Entstauber zugegeben wird. Die Flugascheteilchen und demgemäß auch der „Indikatorstaub“ sind so feinkörnig, daß lediglich eine übermikroskopische Beobachtung Aufschluß über die Zusammensetzung des Staubniederschlages geben kann.

3 Arbeitsvorgänge unter dem Übermikroskop waren zur Durchführung des Versuches notwendig: (1) Untersuchung der Mikromorphologie des Diatomits (gereinigte Kieselgur) insbesondere des vermahlenden Diatomits, um die Mikrostrukturen kennenzulernen. (2) Untersuchung von definierten Testmischungen von Flugasche und Diatomit in vorher festgelegtem Mengenverhältnis der beiden Komponenten zum Studium des Verhaltens der beiden Mischungspartner zueinander. (3) Untersuchung der im Gelände beim Großversuch aufgefangenen Staubproben und Identifizierung der Einzelteilchen mit Bezug auf die Zusammensetzung nach den Studien zu 1 und 2.

Die Präparierung erfolgte nach Möglichkeit trocken, um Veränderungen zu vermeiden. — Der Großversuch verlief positiv. Es wurden Niederschläge mit Indikatorstaub unter dem Übermikroskop gefunden. Das Auffangverfahren im Gelände, das noch Mängel aufweist, soll abgelöst werden durch die Exponierung von Blenden, die unmittelbar unter das Übermikroskop gebracht werden können. Dazu werden mehrere Blenden auf einer Platte befestigt und im Gelände ausgelegt, und zwar dort, wo der Hauptniederschlag von Flugasche festgestellt werden kann. — Der Indikatorstaub wird auch für andere technische Prozesse erprobt. Er unterscheidet sich deutlich von blauen und roten Tintenpigmenten.

[Fortsetzung der folgenden Veröffentlichungen: (1) B. Rasche-Jahn, Die Aufnahme und Abscheidung der Kieselsäure durch niedere Tiere und Pflanzen, STAUB, Heft 37 (1954); (2) R. Meldau, R. H. S. Robertson und A. E. Twiss, Zur Biogeochemie der Kieselgur, T. I. Z. 78 (1954), Heft 23/24.]

W. MADER (Kapfenberg) und O. REITER (Graz): *Über Bestimmungen von Korngrößenverteilungen von technischen Proben.* (Vorotr. von F. Grasenick, Graz.)

G. BEHRENS, M. KNOCH und H. KÖNIG (Phys. Inst. d. TH Darmstadt): *Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Netzschwefel.* (Vorotr. von G. Behrens.)

Trotz des hohen Dampfdruckes von Schwefel lassen sich Schwefelkolloide elektronenmikroskopisch untersuchen. Eingetrocknete Kolloide wässriger Suspensionen von Netzschwefel haben unter geeigneten Bedingungen fadenförmige Struktur. Diese „Verspinnung“ ist nicht im ursprünglichen Sol vorhanden und bildet sich erst beim Eintrocknen auf der Unterlage. Der Grad der Verspinnung ist vom Alter des Sols und von verschiedenen Parametern abhängig, bei denen die Oberflächenspannung beteiligt ist. Bei Temperaturbehandlung kontrahieren die Fäden und steuern so die Verdampfungsgeschwindigkeit des trockenen Rückstandes. Dieser Mechanismus kann bei der Anwendung des Netzschwefels im Pflanzenschutz von Bedeutung sein.

H. BLAHA und F. GRASENICK (Phys. Inst. d. TH Graz): *Über die Untersuchung von Oberflächen organischer Stoffe und Kolloide.* (Vorotr. von F. Grasenick.)

Die üblichen Abdruck- und Umhüllungsmethoden lassen sich meist nicht unmittelbar auf organische Stoffe übertragen. Elektrolytisch verstärkte Kupfer-Aufdampfschichten können aber z. B. durch Eintauchen in flüssige Luft zerstörungsfrei abgehoben und auf übliche Weise weiter verarbeitet werden.



Ist ein Zielabdruck erwünscht, dann ist es zweckmäßig, verschiedene Schichten zu kombinieren, im vorliegenden Fall Kohlenstoff-Schichten (Elektronenobjekt) mit einer genügend starken  $\text{SiO}_2$ -Schicht (Hilfsschicht als Verstärkerschicht). Der interessierende Objektteil wird durch Ritzer markiert und ein mehrere Quadratmillimeter großes Stück herausgeschnitten. Mit Hilfe einer Platindrahtschlinge wird nach Ablösen der Kupfer-Schicht das Präparat unter dem Lichtmikroskop so auf den Objektträger gebracht, daß die interessierende Stelle auf die Blendenbohrung zu liegen kommt. Die Hilfsschicht wird danach auf dem Objektträger durch Flußsäure weggelöst. Diese Kombination hat den Vorteil, daß die Zähschichten auch im Lichtmikroskop gute Kontraste ergeben. Die Kontraste können durch geeignete Schrägbedampfung noch erhöht werden, wobei Metallschichten schon in dünnster Schicht auch für lichtmikroskopische Beobachtungen gute Kontraste ergeben.

Die Kombination von Schichten gestattet es außerdem bekanntlich, daß die Elektronenobjekte nur in der für die optimale Kontrastentstehung nötigen Stärke hergestellt werden brauchen.

Durch Anwendung speziell oxydationsbeständiger Schichten wie z. B.  $\text{SiO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_4\text{C}$ , können auch Kolloidteilchen hochpolymerer Stoffe oder biologische Objekte wie Sporen oder Blutkörperchen aus Umhüllungsschichten durch nasse Verbrennung aus der Umhüllung ohne Quellung entfernt werden.

Für die Wahl der kontrasterhöhenden Schichten bei Umhüllungsverfahren ist außerdem maßgeblich, daß sie von den Reagenzien, die zum Herauslösen der Objekte zur Anwendung gelangen, nicht angegriffen werden. Für die nasse Verbrennung ist vor allem Platin zu empfehlen. Platin mit  $\text{SiO}_2$  kombiniert hat vor Metall-Kohlenstoff-Kombinationen noch den Vorteil, daß bei starker Elektronenbestrahlung das Elektronenobjekt nicht durch Karbidbildung verändert wird.

Für die Herstellung der Abdruckschichten können verschiedene Verfahren zur Anwendung kommen: (1) Bei tiefem Druck mit oder ohne Elektroneneinwirkung (bei empfindlichen organischen Stoffen Kühlung der Objektträger in der Kühlkammer). (2) Bei normalem Druck durch topo-chemische Umsetzung, wobei die Partner, aus denen die Schicht entsteht, nur an der Oberfläche zur Reaktion kommen. (3) Oder durch Abscheidung aus Lösungen.

So können z. B.  $\text{SiO}_2$ -Schichten auf empfindliche Objekte auch aus  $\text{SiH}_4$  und  $\text{O}_2$  bei normalem Druck und verschiedenen Lösungsmitteltensionen durch Rückdiffusion in Edelgas abgeschieden und damit die Objekte der Übermikroskopischen Untersuchung zugänglich gemacht werden.

Kontrasterhöhende Schichten müssen möglichst vor der Umhüllung aufgetragen werden, um eine gute, getreue Wiedergabe zu erzielen. Schwermetallabscheidungen zur Hervorhebung spezifischer Gruppen gewinnen erhöhtes Interesse.

Durch Absorption von  $\text{WCl}_3$  bzw. Oxy-Chloriden aus organischen Lösungen (Äther, Azeton, Alkohol u. a. m.) an Oberflächen von Objekten und nachträglicher Reaktion mit Wasser entstehen  $\text{WO}_3$ -Abscheidungen. Für gequollene Fasern z. B. ergeben sich so eine Reihe von Untersuchungsmethoden ohne Anwendung von Vakuum (nicht veröffentlichte Arbeiten von Senger und Weißmann). Die Abscheidung von Platin-Schichten aus Lösungen, um auch hier Vakuum in der Präparation zu vermeiden, ist ausreicht, doch erreichen die Schichten noch nicht die Güte anderer Verfahren.

Der Vorteil in der Anwendung möglichst unabhängiger Verfahren liegt nicht nur in der Erweiterung des Untersuchungsbereiches, sondern vor



allem auch darin, den Einfluß der Präparationsmethode zu erkennen und weitgehend auszuschalten.

TH. NEMETSCHKE und U. HOFMANN (TH Darmstadt): *Zur Kenntnis einiger anorganischer Faserstoffe.* (Vorgetr. von Th. Nemetschke.)

Es wurde ein zusammenfassender Bericht über verschiedene Kieselsäurefasern gegeben, die in einigen Nebenfraktionen bei der  $\text{SiO}_2$ -Darstellung auftreten. Der Durchmesser der feinsten Fasern liegt zwischen 150 und 400 Å, während auch Faseragglomerate mit 1500 Å anzutreffen waren. Aus solchen Kondensaten konnten gelegentlich auch Hohlfasern mit einem äußeren Durchmesser von 400 Å sichtbar gemacht werden. Staubproben aus Abgasen von Ferrosiliziumöfen enthielten vereinzelt ebenfalls feine Fasern aus  $\text{SiO}_2$ . Ähnlich dünne Fasern wurden beim Thoriumsulfat beobachtet. Während offenbar als Folge einer Hydrolyse ursprünglich dreieckig bis hexagonal umgrenzte Plättchen von Thoriumchromat bei Beibehaltung ihrer Randkonturen in leistenartige Gebilde von einem Durchmesser von 150 Å übergegangen sind. Im Zusammenhang mit dieser Beobachtung wurde ein kurzer Rückblick über die sogenannten Metaphasen bei den Tonmineralien gegeben. Auch wurden Pseudomorphosen von bei 750 °C thermisch entwässerten und mit Salzsäure abgebauten Asbest- bzw. Attapulgit-Präparaten beschrieben. Der faserige bzw. leistenartige Habitus dieser Mineralien blieb erhalten und die Röntgenuntersuchung ergab, daß dabei kristalline Abbaustufen bzw. nach der Salzsäurebehandlung Gerüste aus amorpher Kieselsäure zurückgeblieben sind.

Vorsitz: H. Kehler (Frankfurt a. M.)

G. PFEFFERKORN (Lehrst. f. Med. Elektronenmikroskopie, Univ. Münster): *Vergleichende elektronenmikroskopische und interferenzmikroskopische Untersuchungen an Glasoberflächen.*

Beim Ritzen von Glas treten zwei verschiedene Arten der Oberflächen deformation auf. Entweder wird das Glas zu beiden Seiten der Kratzspure als Wall aufgeworfen, oder es bilden sich senkrecht zur Ritzrichtung liegende Schollen, die sich nur über die Breite der Ritzspur erstrecken. Hierbei wird das Glas an den Rändern nicht zu Wällen aufgeworfen. Dieser Unterschied sieht man besonders deutlich im Interferenzmikroskop. Der Übergang eines Kratzers von einer Deformationsart in die andere läßt sich am Verlauf der Wallbildung an den Rändern des Kratzers verfolgen. Das Verhalten des Glases in tieferen Schichten kann man nach Ätzen erkennen. Bei der ersten Kraterart bleibt die Wallbildung auch in den tieferen Schichten sichtbar. Bei den Kratzern mit Schollenbruch werden bei zunehmender Ätzung seitlich ins Glas reichende Risse bestimmter Länge immer deutlicher sichtbar. Das Lösungsmittel greift an diesen Rissen bevorzugt an, bis schließlich nur ein bis zur Ausdehnung der Querrisse verbreiteter Kratzer mit einem von Quermulden bedeckten Untergrund übrig bleibt. Im Interferenzmikroskop zeigt die Glasoberfläche in der Nachbarschaft der durch die Ätzung bloßgelegten Risse keine Höhenunterschiede gegenüber der unbeanspruchten Oberfläche.

Diese Beispiele zeigen, daß man bei systematischen elektronenmikroskopischen Untersuchungen vorteilhaft lichtmikroskopische Beobachtungen heranzieht und daß bei Oberflächen das Interferenzmikroskop viele Erscheinungen klarer hervortreten läßt.



E. BRÜCHE (Phys. Labor., Mosbach) und G. SCHIMMEL (Frankfurt a. M.): Über die Härte der Glasoberfläche. (Vorgetr. von G. Schimmel.)

Mit einem verbesserten Mikroschreiber nach Seeliger wurden auf Gläsern Ritzspuren mit einem Diamanten bei verschiedenen bekannten Belastungen erzeugt und elektronenmikroskopisch ausgemessen. Die Auswertung der elektronenmikroskopischen Bilder weist einem sehr alten Glas gegenüber frischen Gläsern eine charakteristische Ausnahmestellung zu. Dieser Befund läßt sich durch die Annahme deuten, daß das alte Glas an der Oberflächenschicht weicher als im Innern ist. Eine eingehende mathematische Analyse der Ergebnisse läßt Aussagen über Härte der Oberflächenschicht, die Dicke dieser Schicht und die Art des Überganges in die Kernhärte zu. Es zeigt sich, daß der Härteübergang von der weicheren Oberflächenschicht in das Kernmaterial in erster Näherung sprunghaft erfolgt.

H. PFISTERER (Siemens & Halske, Karlsruhe-Knielingen): Bruchgefügeuntersuchungen in der Werkstoff-Forschung.

Neben der klassisch metallographischen Technik der Gefügeuntersuchung an polierten und geätzten Schläffen hat sich in unseren Untersuchungen die elektronenmikroskopische Untersuchung von Bruchstücken bewährt. Sie wurde hauptsächlich zum Zwecke der Gefügeanalyse und weniger zum Studium des Bruchverlaufes angewandt (Fraktographie nach C. A. Zapffe).

Bevorzugt wurde sie zur Erforschung des Phasenaufbaus spröder Stoffe und von Sinterwerkstoffen herangezogen. Man erspart hierbei infolge des Wegfallens von Schleif- und Polierarbeiten Zeit und erzielt Aufnahmen, die sich mit Schliffaufnahmen vergleichen lassen und infolge ihrer plastischen Wirkung von besonderem Vorteil sind.

Das Triafol-SiO-Abdruckverfahren hat sich bei einer mittleren Auflösung von 200 Å für die Abbildung dieser rauen Oberflächen gut bewährt.

Beim hochdielektrischen Bariumtitanat wurde der Sinterverlauf bei normalem und anomalem Kornwachstum und bei Ferriten die Porenbildung während der Sinterung verfolgt. Von einem Sinterhartmetall wurde eine Gefügeanalyse durchgeführt.

[Eine ausführliche Veröffentlichung erscheint im Achemaheft der Siemens-Zeitschrift, Mai 1955.]

H. GOOSSENS (Labor. f. Elektronenmikroskopie d. TH Aachen) und H. K. GÖRLICH (Inst. f. Eisenhüttenwesen d. TH Aachen):

1. Elektronenoptische Untersuchung von Korngrenzen und Korngrenzenzwischenstoffen in technischen Eisenwerkstoffen mit Hilfe eines neuen Dünnschliffverfahrens. (Vorgetr. von H. Goossens.)

Bedeutung der Korngrenzen und ihrer Zusammensetzung auf technologische und physikalische Eigenschaften vielkristalliner metallischer Werkstoffe. Das neue Präparationsverfahren zur Isolierung der Korngrenzen und ihrer Substanzen: Das Dünnschliffverfahren — das Isolierverfahren — Stabilisierung und Entkohlung — mikroskopische Untersuchung. Diskussion anhand elektronenmikroskopischer Aufnahmen an Eisenwerkstoffen unterschiedlicher Zusammensetzung. Identifizierung einzelner Bestandteile mit Hilfe eines neuen Projektivs für die Feinbereichsbeugung.

2. Die Lösungsätzung als Isolierverfahren von Gefügebestandteilen in technischen Eisenwerkstoffen zur Untersuchung unter dem Elektronenmikroskop. (Vorgetr. von H. K. Görlich.)

Die bisherigen Verfahren zur Untersuchung von Gefügebestandteilen bei Ausscheidungsvorgängen in technischen Eisenwerkstoffen. Forderungen an solche Verfahren bei elektronenmikroskopischer Untersuchung. Entwicklung des neuen Verfahren: Die Lösungsätzung. Gegenüberstellung und Vergleich mit dem Verfahren der elektrolytischen Isolierung. Diskussion anhand elektronenmikroskopischer Aufnahmen an Eisenwerkstoffen unterschiedlicher Zusammensetzung. Besondere Eignung des Verfahrens für Feinstrukturuntersuchungen.

O. RÜDIGER und W. KINNA (Friedr. Krupp, Widia-Fabrik, Essen)  
*Elektronenmikroskopische Beobachtungen bei der Oxydation einer TiC-Co-Legierung.* (Vorgetr. von O. Rüdiger.)

Die heterogene Legierung von 80% TiC und 20% Co bildet bei der Oxydation an Luft eine heterogene Oxydschicht, deren Aufbau und Zusammensetzung von Temperatur und Sauerstoffdruck abhängt. Vergleichende Untersuchungen mit Röntgen- und Elektroneninterferenzen und elektronenmikroskopischen Lackabdrucken ermöglichen eine Deutung des Oxydationsvorganges. Während  $\text{TiO}_2$  an der Grenze TiC-TiO<sub>2</sub> aufwächst, bildet sich CoO bzw.  $\text{Co}_3\text{O}_4$  an der Grenzfläche Oxyd-Gas. Im Temperaturgebiet von 600 bis 1000° und bei normalem Druck bildet sich eine äußere Oxydschicht aus CoO und  $\text{Co}_3\text{O}_4$  aus, die eine innere Oxydschicht aus  $\text{TiO}_2$  unter Co überdeckt. Die Korngröße der gebildeten CoO- und  $\text{TiO}_2$ -Schichten hängt stark von der Temperatur ab. Bei einer Zündertemperatur von 1100° reagieren die beiden Bestandteile zu  $\text{CoTiO}_3$ . Bei Drucken von  $5 \times 10^{-3}$  Torr und 600° ist die Oxydationsgeschwindigkeit des Co klein, während die des TiC weniger stark vom Sauerstoffdruck abhängig ist. Die Oberfläche des oxydierten Hartmetalls besteht daher aus  $\text{TiO}_2$  mit kleinen eingelagerten CoO-Flächen.